AUTHOR:

BECK, PAUL KONRAD

TITLE:

DER SUBSTANZBEGRIFF IN DER ...

PLACE:

MEISZEN

DATE:

1896

Master Negative #

93-81479-6

COLUMBIA UNIVERSITY LIBRARIES
PRESERVATION DEPARTMENT

BIBLIOGRAPHIC MICROFORM TARGET

Original Material as Filmed - Existing Bibliographic Record

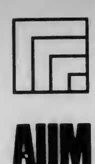
117 Beck, Paul [Konrad] 1870-
B38 Der substanzbegriff in der naturwissenschaft.
Meiszen 1896. 0. 64 + [1] p.

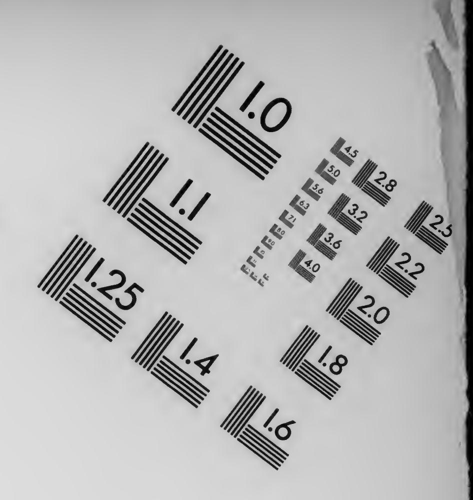
Doctor's dissertation at Leipzig university.

Restrictions on Use:

TECHNICAL MICROFORM DATA

FILM SIZE: 35mm REDUCTION RATIO: 11X
IMAGE PLACEMENT: IA (IIA) IB IIB
DATE FILMED: 6/10/93 INITIALS BE
FILMED BY: RESEARCH PUBLICATIONS, INC WOODBRIDGE, CT

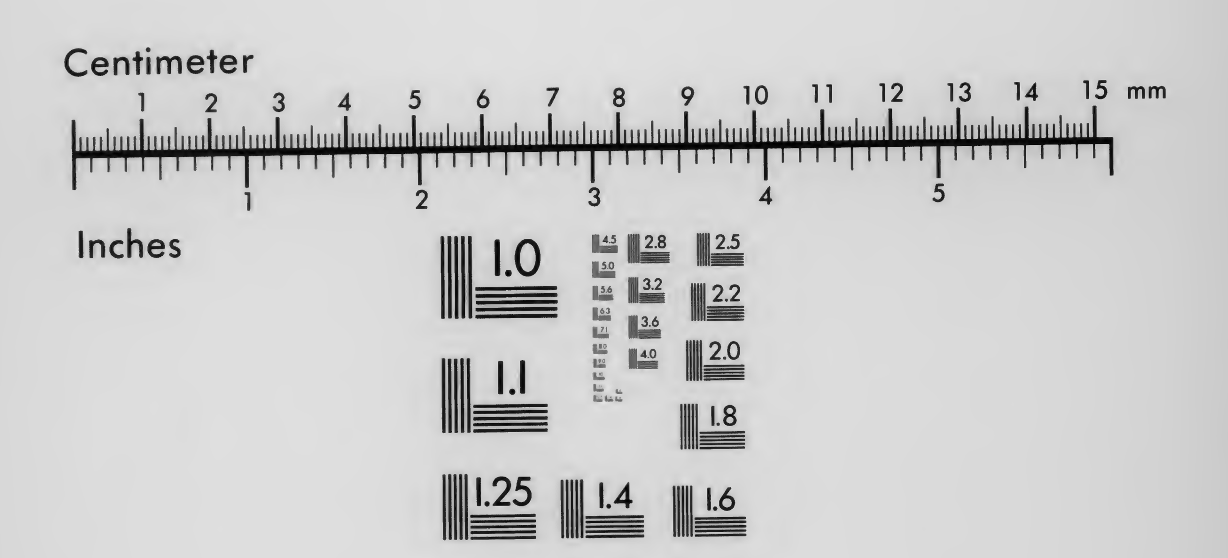




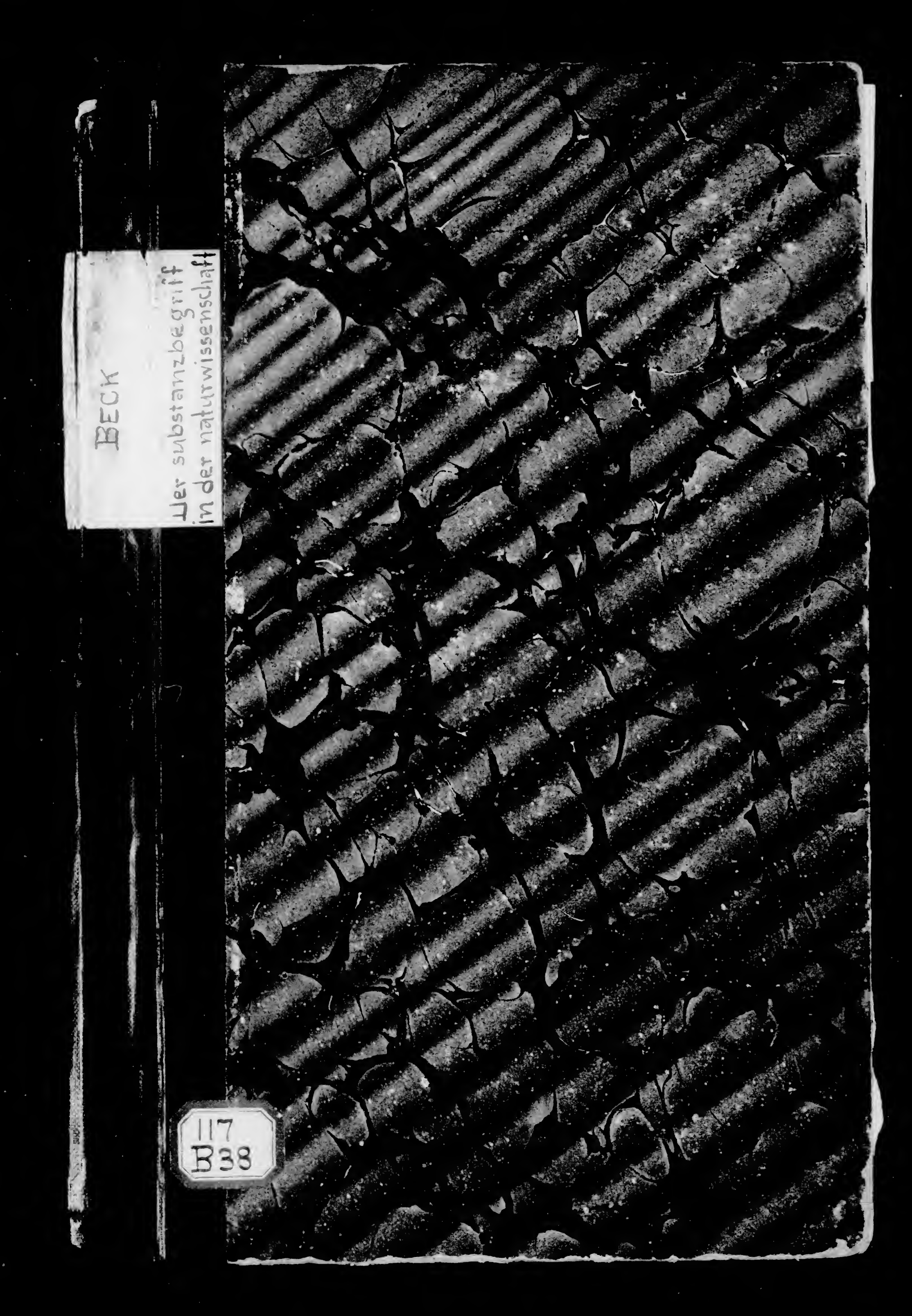
AIIM

Association for Information and Image Management

1100 Wayne Avenue, Suite 1100
Silver Spring, Maryland 20910
301/587-8202



MANUFACTURED TO AIIM STANDARDS
BY APPLIED IMAGE, INC.


BECK
Der substanzbegriff
in der naturwissenschaft
117
B38



Der Substanzbegriff
in der
Naturwissenschaft.

Inaugural-Dissertation

eingereicht bei der

Hohen Philosophischen Fakultät der Universität Leipzig

zur

Erlangung der Doktorwürde

durch

Paul Beck.

Meißen
Druck von C. E. Klinkicht & Sohn
1896.

Die Methodenlehre der Wissenschaft gipfelt in dem Satz, daß nur durch das induktive Verfahren wahre Erkenntnis zu erlangen ist. Von der sorgfältigen Beobachtung der einzelnen Thatsachen und Erscheinungen geht der Forscher aus und wendet sich erst dann in allmählicher Stufenfolge allgemeineren Gesetzen zu. Die Erkenntnis, daß dies der einzig richtige Weg einer jeden Wissenschaft sei, hat sich die Menschheit erst allmählich erworben. Das aus praktischen Motiven stammende Bestreben, die Natur zu begreifen, um sie menschlichen Zwecken dienstbar zu machen, hatte schon früh dazu geführt, durch phantastische Bilder oder geniale begriffliche Conceptionen ein Weltbild zu erzeugen, welches mit der sinnlichen Wirklichkeit übereinstimmen sollte. Trotz der Verschiedenheit der zu Grunde liegenden Prinzipien war das Verhältnis dieser philosophischen Systeme zu der allmählich erwachenden wissenschaftlichen Naturbetrachtung nicht ein durchweg feindliches, sondern vielfach fanden gegenseitige Beeinflussungen statt. Zu den Begriffen, welche die Wissenschaft aus der Philosophie entnommen und dann allerdings in selbständiger Weise verarbeitet hat, gehören die Begriffe der Substanz und der Kausalität. Wenn wir in der vorliegenden Arbeit die Bedeutung des Substanzbegriffes einer kritischen Betrachtung unterwerfen wollen, so handelt es sich für uns hauptsächlich um die Frage, welche Gestaltung der Substanzbegriff innerhalb der Naturwissenschaft angenommen hat und worin vom erkenntnistheoretischen und rein wissenschaftlichen Standpunkte

aus die Berechtigung zur Festhaltung dieses Begriffes zu suchen ist. Unerläßlich zu dem vorliegenden Zweck ist ein kurzer Überblick über die Entwickelung des Substanzbegriffes in der griechischen Philosophie. Jedoch beschränken wir uns dabei, um den Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht zu überschreiten, auf die wesentlichsten Punkte der Entwickelung und verzichten auch da auf eine nähere Begründung, wo die vorgetragene Anschauung von den üblichen Darstellungen abweicht.

I.

In der eleatischen Schule begegnet uns innerhalb der griechischen Philosophie zum ersten Male der Substanzbegriff. Bei dem Begründer derselben, Xenophanes, sind zwei verschiedene Richtungen des Denkens zu unterscheiden, die miteinander in gar keiner Beziehung stehen. Mit seiner Ableitung der Einzeldinge aus einem Urstoff, für den er nach einigen Berichten die Erde, nach anderen Erde und Wasser gehalten haben soll, steht er völlig auf dem Boden der jonischen Physiker, von denen er sich nur durch die Annahme eines anderen Urstoffes unterscheidet, ohne in seiner begrifflichen Bestimmung des Wesens desselben oder in der Ableitung der einzelnen Dinge aus demselben neue Wege zu gehen. Neben dieser im damaligen Sinne eigentlich philosophischen Thätigkeit trat er aber auch als religiöser Reformator auf. Den menschenähnlichen Göttern des Volksglaubens stellt er den einen, ewigen, unveränderlichen Gott gegenüber und nimmt als Prediger einer höheren monatheistischen Religion den Kampf gegen die überlieferte Volksreligion auf. Xenophanes wollte thatsächlich kein neues philosophisches Prinzip bringen — im Gegenteil, er stand völlig auf dem Boden der jonischen Naturphilosophie —, sondern er wollte die alte Religion durch eine neue ersetzen. Daß er trotzdem der Begründer einer neuen Philosophie geworden ist, ist nur ein Beleg für die so oft zu beobachtende Wahrheit, daß der thatsächliche Erfolg menschlicher Thätigkeit häufig auf einem ganz anderen als dem beabsichtigten Gebiete liegt. Freilich fehlte es schon in der Lehre des Xenophanes

nicht an Elementen, welche eine derartige Entwickelung begünstigen konnten. Eine jede religiöse Idee dient bis zu einem gewissen Grade auch der Befriedigung des intellektuellen Interesses. Wie die gesamte Entwickelung der griechischen Kultur zeigt, neigte der Grieche dazu, das intellektuelle Moment besonders zu betonen. So sehr auch für Xenophanes die religiöse Seite der Gottesidee im Vordergrund stand, so zeigt sich doch der griechische Intellektualismus darin, daß er die Einheit Gottes zu beweisen versucht. Wenn der jüdische Prophet den Monatheismus vertheidigt, so appelliert er nur an das Gefühl. Die Vorstellung des allmächtigen und allweisen Gottes nimmt das Gefühl so gefangen, daß alles andere in seiner Schwäche und Ohnmacht dagegen verschwindet. Der Grieche dagegen will diese Idee begrifflich beweisen. Der Begriff der Gottheit bringt es nach Xenophanes mit sich, zu herrschen und nicht beherrscht zu werden. Ein Gott kann von keinem anderen beherrscht werden. Es kann daher nur einen allmächtigen Gott geben, dem alles unterthan ist.

Bei Parmenides sind nicht nur wie bei Xenophanes zwei verschiedene Richtungen des Denkens, sondern zwei ganz verschiedene Systeme zu unterscheiden. Das eine schließt sich eng an seine Vorgänger an. Die Urstoffe sind danach das Lichte und das Dunkele. Ganz nach Art der kosmogonischen Dichtung nennt Parmenides das Lichte den männlichen und das Dunkele den weiblichen Urstoff. Den Akt, durch welchen die Einzeldinge aus diesen Urwesen hervorgehen, vergleicht der Philosoph selbst mit der geschlechtlichen Zeugung. Die Erklärung der einzelnen Naturerscheinungen weicht zwar mehrfach von derjenigen früherer Philosophen ab, ohne jedoch einen wesentlich neuen Begriff in die physikalische Spekulation einzuführen.

Seine geschichtliche Bedeutung hat aber Parmenides nicht durch seine Naturphilosophie, sondern durch seine weitere Verarbeitung des monatheistischen Gottesbegriffes erhalten. Schon Xenophanes hatte, der Richtung des griechischen Geistes folgend, begonnen, die Gottesidee begrifflich zu bearbeiten und dieselbe durch

Gründe zu beweisen. In dieser Richtung findet nun die Entwickelung jener Idee überhaupt statt. Schon bei Parmenides tritt das religiöse Moment in den Hintergrund, die Gottesidee verwandelt sich ihm in den Begriff des vollkommenen Seins. Diesem Vorgang liegt eine ähnliche Entwickelung zu Grunde, wie sie die Lehren der christlichen Religion infolge ihrer Verpflanzung in die hellenistisch gebildete Welt erfuhren. Eine religiöse Idee läßt sich nur mit dem Gefühl erfassen. Wer die dazu nötige Innigkeit und Wärme des Gefühlslebens nicht besitzt, sondern begrifflich vorgehen will, verliert damit den eigentlich religiösen Inhalt jener Idee. So verwandelte sich die christliche Religion unter den Händen der alten Dogmatiker in ein philosophisches System, die Gottheit verwandelte sich in einen logischen Begriff, aus der lebendigen Persönlichkeit des jüdischen Gottes wurde das ens realissimum der Scholastik. Freilich schreibt auch das religiöse Gemüt der Gottheit Eigenschaften zu. Dieselbe ist allwissend und allmächtig. Dies sind aber nicht logische Bestimmungen, sondern in diesen Attributen kommt nur das absolute Gefühl der Abhängigkeit zum Ausdruck, welches der Mensch in seiner Ohnmacht und Schwäche der Gottheit gegenüber empfindet. Sobald aber dies Gefühl fehlt, sind jene Bestimmungen nichts als Eigenschaften, wie alle anderen Eigenschaften, an denen man ein Ding erkennt und durch die man dasselbe definiert. Die Gottesidee ist dann mit dem absoluten, jede Vollkommenheit in sich einschließenden Sein identisch.

Den Gegensatz zwischen der Philosophie des Seins und der Naturphilosophie bringt Parmenides auf die Formel, daß sich die erstere mit dem Seienden, die letztere mit dem Nichtseienden beschäftige. Nichtseiend bedeutet aber in der Sprache jener Philosophen nicht dasselbe wie nichts, sondern so viel wie nichtig. Der Unterschied zwischen dem göttlichen, unveränderlichen Sein und den veränderlichen, nichtigen Sinnendingen beruht auf einem Werturteile, an das der Maßstab der strengen Logik nicht angelegt werden kann, und ist vorwiegend religiöser Natur.

Der Parmenideische Gegensatz des Seienden und Nichtseienden bildet den Ausgangspunkt für zwei ganz verschiedene Richtungen des griechischen Denkens. Die eine derselben führte zur Atomistik, die andere findet ihre Vollendung in der platonisch-aristotelischen Philosophie. Schon Zeno hatte versucht, die Begriffe der eleatischen Schule auf einzelne Erscheinungen, vor allem auf die Bewegung anzuwenden und hatte sie dadurch ihres religiösen Charakters völlig entkleidet. Ein Versuch, die ganze Natur mit Hilfe derselben zu erklären, liegt in der Atomistik Demokrits vor. Er steht darin völlig auf dem Standpunkte des Parmenides, daß die sinnliche Welt nicht das wahrhaft Seiende ist, sondern daß sich hinter derselben die Welt des ewigen, unveränderlichen Seins befindet. Dem unentwickelten Denken jener Zeit, welches den Gegensatz von Objekt und subjektiver Vorstellung, von Denken und Sein noch nicht klar erfaßt hatte, erschien es natürlich, daß dem wahren Sein auch ein wahres Denken entsprechen müsse, während über das Nichtseiende höchstens Vermutungen geäußert werden können. Aus diesem schon von Parmenides gelehrten Prinzip folgert nun Demokrit, daß das Seiende nur solche Eigenschaften besitzen könne, welche eine klare Erkenntnis gestatten. Der einzige Wissenszweig aber, der zur Zeit Demokrits den Anspruch auf Exaktheit machen konnte, war die Geometrie, in der Demokrit selbst Meister war; rühmt er sich doch, daß auch die Ägypter ihn in geometrischen Konstruktionen nicht übertroffen hätten. Das Seiende muß also geometrische Eigenschaften haben, d. h. Gestalt, Größe und Lage, während das Nichtseiende ganz allgemein das Gestaltlose, das Leere ist. Wie das Verhältnis dieser seienden Welt zur sinnlichen zu denken ist, bleibt völlig unklar. Demokrit versichert nur, daß die Empfindungen des Süßen, Bittern u. s. w. lediglich in der Meinung der Menschen existierten, ein Ausdruck, welcher dem Parmenides entlehnt ist und gar nichts besagt; denn daß Demokrit noch weit davon entfernt war, den Gegensatz von Objekt und subjektiver Vorstellung zu kennen, geht daraus hervor, daß er die Gesichtsvorstellungen auf Bilder zurückführte, die sich von den

Dingen ablösen und in den Menschen wandern, ohne sich darüber zu erklären, ob diese Bilder aus Atomen bestehen oder was für eine Art der Existenz ihnen sonst zukommt.

Wenn Baeumker das Problem der Materie in der griechischen Philosophie in der Fragestellung zum Ausdruck bringt: „Was ist das Substrat (ὑποκείμενον) des Wechsels in der Körperwelt?“ *) so ist dies unrichtig. Den Unterschied zwischen der sinnlichen Welt und einem ihr zu Grunde liegenden Substrat kennen die jonischen Physiker noch nicht. Wohl lehrten sie, daß alles aus irgend einem Urstoff entstanden sei, wie nach Hesiod Himmel und Erde aus dem Chaos entstanden sind, aber der Begriff eines Substrates der Körperwelt ist ihnen fremd. Ihre Erkenntnistheorie ist der naive Realismus, der die sinnliche Welt für die Wirklichkeit hält, ein Standpunkt, dem heute noch der Gebildete wie der Ungebildete huldigt, sobald er sich den Aufgaben des praktischen Lebens zuwendet. Erst die Eleaten schufen den Gegensatz zwischen dem Begriff des wahren Seins und der sinnlichen Welt und ermöglichten damit überhaupt erst die Frage nach dem Substrat der Körperwelt.

Für das naive Denken ist Vorstellung und Objekt identisch. Die Trennung des unmittelbar gegebenen Vorstellungsobjektes in seine objektiven und subjektiven Bestandteile ist erst das Produkt des abstrahierenden Denkens.**) Mit der Vorstellung assoziativ verknüpft ist aber das sprachliche Zeichen, welches im Verkehr der Menschen die betreffende Vorstellung bezeichnet. Selbst der Gebildete hat trotz seiner Kenntnisse fremder Sprachen auch heute noch das Gefühl, daß das Wort der Muttersprache zu dem betreffenden Gegenstand in ganz besonders naher Beziehung stehe, und so kann es nicht Wunder nehmen, daß auf einer Stufe der geistigen Entwickelung, die zufällige Assoziationen der Vorstellungen

*) Baeumker. Das Problem der Materie in der griechischen Philosophie. S. 5.

**) S. Wundt. System der Philosophie. Leipzig 1889. S. 90 ff.

von objektiven Vorgängen nicht trennen konnte, nicht nur Objekt, Vorstellung und das sprachliche Zeichen ein untrennbares Ganze bilden, sondern auch die grammatikalischen Verbindungen der Wörter für Beziehungen zwischen den Objekten gehalten wurden. Der Spinozistische Grundsatz „ordo et connexio idearum idem est ac ordo et connexio rerum“ deckt sich völlig mit dieser Auffassung, sobald nur unter den ideae nicht logische Begriffe, sondern Vorstellungen und Wörter und unter der ordo et connexio idearum nicht logische Beziehungen, sondern Assoziationen der Vorstellungen und grammatikalische Formen verstanden werden. Als ältestes wissenschaftliches System eines Volkes kann daher die Grammatik seiner Sprache aufgefaßt werden, die zur gleichzeitigen Mythologie ungefähr dasselbe Verhältnis hat, wie in späteren Jahrhunderten die Einzelwissenschaften zur Philosophie.

Als der Grieche die Fähigkeit erworben hatte, selbständig zu denken, konnte es bei der wunderbaren Entwickelung der griechischen Sprache, welche auch die feinsten Gedankenverbindungen zum Ausdruck zu bringen vermag, nicht ausbleiben, daß man versuchte, die in derselben niedergelegte Philosophie aufzudecken und in systematischer Weise zur Welterklärung zu benutzen. Da die Sprache aber nicht ein künstliches Produkt des Verstandes ist, sondern ein organisches Erzeugnis, welches ohne Rücksicht auf systematischen Zusammenhang und widerspruchslose Übereinstimmung entstanden ist, mußte der erste rohe Versuch, die Sprache in Philosophie zu verwandeln, wie derselbe in der Sophistik vorliegt, notwendig scheitern. Die Sophisten stellen sich in ihren Beweisen völlig auf den Standpunkt des täglichen Lebens, nach welchem Objekt, Vorstellung und Wort identisch sind. Da sie an dieser Auffassung auch dann konsequent festhalten, wenn dieselbe offenbar unrichtig ist, wenn z. B. ein Wort zufällig zwei ganz verschiedene Dinge bezeichnet, mußte das Resultat ein ganz verkehrtes sein. Trotzdem kamen auch die Hauptvertreter der Sophistik nicht zu der Einsicht, daß ihre Grundannahme eine irrige sei, sondern folgerten daraus nur, daß, wie Gorgias sich ausdrückt, auch wenn etwas sei, dasselbe nicht

erkennbar sei, und wenn es auch erkennbar wäre, es nicht mitteilbar sein könne, oder nach Protagoras, daß der Mensch das Maß aller Dinge sei. Der Gegensatz von Objekt und subjektiver Vorstellung war den Sophisten thatsächlich ebenso unbekannt, wie ihren Vorgängern. Das Bewußtsein, daß jeder Vorstellung das Prädikat der Wirklichkeit zukomme, war bei ihnen im Gegenteil noch so stark, daß sie aus der Erfahrung, daß die Vorstellungen bei verschiedenen Menschen und zu verschiedenen Zeiten verschieden seien, den Schluß zogen, daß es eben so viel Wahrheiten wie Individuen, oder, was im Grunde dasselbe ist, daß es keine Wahrheit gebe.

Aus ethischen Motiven erfolgte ein Rückschlag gegen diese Richtung der vollendeten Skepsis. War die Tugend Wissen, wie Sokrates lehrte, so war die Möglichkeit des Wissens ein ethisches Postulat. Um nun die Erkenntnis vor den Gründen der Sophisten zu schützen, teilte Platon unter Zuhilfenahme des eleatischen Gegensatzes des Seins und Nichtseins die Vorstellungen in zwei Klassen. Auch nach ihm ist jede Vorstellung an und für sich Objekt. Aber nur einigen Vorstellungen kommt das wahre, ewige Sein zu, während den anderen die sinnliche, vergängliche Welt entspricht, die Welt des Nichtseienden, des Nichtigen. Nur in der Welt des wahrhaft Seienden ist auch wahre Erkenntnis möglich, in Bezug auf die sinnliche Welt haben dagegen die Sophisten Recht, dieselbe ist die Quelle der trügerischen Meinung. Wahre Erkenntnis muß aber allen Menschen zugänglich sein, sie darf daher nur Vorstellungen enthalten, welche Gemeingut aller sind, sie muß Erkenntnis der Allgemeinvorstellungen, der Begriffe sein. Die sinnlichen Vorstellungen sind dagegen bei den einzelnen Individuen verschieden und gehören infolgedessen der vergänglichen sinnlichen Welt an. Das Kennzeichen dafür, daß eine Vorstellung nicht individuell, sondern allgemein ist, besteht darin, daß dieselbe einen allen Menschen gemeinsamen sprachlichen Ausdruck hat. Diese Begriffe, als Realitäten gedacht, nennt Platon die Ideen. Die in den grammatikalischen Formen zum Ausdruck kommenden

Beziehungen der Begriffe untereinander sind als reale Beziehungen zwischen den Ideen aufzufassen. Indem Platon unter diesen Beziehungen die einfachste, die Subsumtion, besonders bevorzugt, erscheint das Reich der Ideen nach höheren und niederen Stufen geteilt, indem die niedere Idee an der höheren Teil hat, eine Beziehung, die in dem einfachen Subsumtionsurteil ihren Ausdruck findet. Bei der Beurteilung der Philosophie Platons ist nicht zu vergessen, daß auch ihm die Trennung des gegebenen Vorstellungsobjektes in Objekt und Vorstellung völlig fremd ist. Platon steht, wie seine Vorgänger, völlig auf dem Standpunkte des naiven Bewußtseins, das jeder Vorstellung an und für sich die Eigenschaft, Objekt zu sein, zuerkennt. Um aber den Konsequenzen der Sophisten zu entgehen, teilt er die Vorstellungen und, was für seine Auffassung dasselbe ist, damit zugleich die objektive Welt in zwei Teile, deren Gegensatz er allerdings zum Teil logisch und erkenntnistheoretisch bestimmt, zum weitaus größeren Teile aber durch den Gefühlswert charakterisiert, der den Vorstellungen nach seiner Ansicht zukommt. Das Reich der Ideen ist das Reich des Ewigen und Göttlichen. Platon nennt nicht nur die höchste Idee direkt die Gottheit, sondern bezeichnet auch gelegentlich die Ideen selbst als Götter. Bei Beachtung der Thatsache, daß der Begriff des wahrhaft Seienden in der griechischen Philosophie ursprünglich ein religiöser war, werden wir diese Bezeichnung nicht lediglich als eine mythische bezeichnen dürfen.

Wie neben der religiösen Weltbetrachtung stets auch eine natürliche möglich ist, welche derselben nicht widerspricht, sondern dieselbe ergänzt, da sie von ganz anderen Gesichtspunkten ausgeht, so kennt auch Platon ebenso wie Parmenides eine Physik, die er im Timaeus ausgeführt hat. Dieselbe geht aus von einem raumerfüllenden Stoff, dessen letzte Partikel sich durch ihre verschiedene geometrische Gestalt unterscheiden und so die Mannigfaltigkeit der Sinnendinge begründen. Die wahre Erkenntnis ist aber nach Platon durch Betrachtung der vergänglichen und nichtigen Sinnenwelt nicht zu gewinnen. So unterhaltend dieselbe

auch sein mag, so ist sie doch nicht mehr als ein „verständiges Spiel“.

Überwog bei Platon das religiöse Interesse bei weitem die logischen Motive, welche bei der Aufstellung seines Systems wirksam waren, so war das Umgekehrte bei Aristoteles der Fall. Die Erklärung der einzelnen Erscheinungen lag ihm viel näher, als die Befriedigung des religiösen Bedürfnisses. Die Folge davon war, daß der scharfe Gegensatz der Welt der Ideen und der Sinnenwelt fallen mußte. Die Formen sind nach Aristoteles den Dingen immanent und nur auf dem Gebiete der eigentlich religiösen Ideen hält er an der Transzendenz der Platonischen Ideen fest, d. h. bei den Fragen nach Gott und der Unsterblichkeit der Seele. Bei dem Versuch, die Ideenlehre zur Lösung einzelner Probleme anzuwenden, mußte Aristoteles auf die verschiedene Bedeutung der grammatikalischen Formen aufmerksam werden. Platon hatte alle Begriffe hypostasiert. Dem Adjektiv groß entspricht nach ihm ebenso die Idee des Großen, wie dem Wort Haus die Idee des Hauses. In seiner Kategorienlehre teilt dagegen Aristoteles den verschiedenen grammatikalischen Formen eine verschiedene Bedeutung zu. Substanzialität (*οὐσία*) erkennt er nur denjenigen Wörtern zu, welche nicht als Prädikat, sondern nur als Subjekt gebraucht werden,*) d. h. den Substantiven. Damit that Aristoteles einen Schritt, der für die weitere Entwickelung von der allergrößten Bedeutung war; denn in der Erklärung, daß nur die Substantiva Substanzen seien, liegt die Verschmelzung des Substanzbegriffes und des empirischen Dingbegriffes. So wenig es geschichtlich nachweisbar ist, daß der Substanzbegriff aus dem Dingbegriff entstanden ist, so trägt derselbe doch seit Aristoteles die wesentlichsten Merkmale des letzteren an sich. Der Dingbegriff findet seinen grammatikalischen Ausdruck in der substantivischen Form. Die Verbindungen, in welchen das Substantiv im Urteil auftritt, verwandeln sich bei Aristoteles in Bestimmungen des Substanzbegriffes. Aus der

---

*) Metaphysik V, 8.

Verbindung des Substantivs mit Adjektiven folgt, daß die Substanz Träger von Attributen oder Eigenschaften ist, denen gegenüber der Substanz selbst das einfache, einheitliche Sein zukommt, und der Verbindung des Substantivs mit Verben entspricht die Wirksamkeit und Thätigkeit der Substanz. Der Substanz die Fähigkeit, zu handeln, zuzuschreiben und damit den Zweckbegriff in die Metaphysik einzuführen, konnte für Aristoteles kein Bedenken haben, da ja auch Platon keine Schwierigkeit darin fand, seine Ideen als lebende Wesen darzustellen. Von den genannten Motiven abgesehen, kann dies auch als eine Nachwirkung davon angesehen werden, daß die Dinge ursprünglich persönlich gedacht wurden, wovon die verschiedenen Geschlechter der Substantiva Zeugnis ablegen.

Auch bei Aristoteles findet sich neben der Metaphysik noch eine Physik. Der grundlegende Begriff derselben ist der Begriff des Stoffes. Derselbe ist selbstverständlich nicht substantieller Natur, sondern besitzt gerade die den Substanzen entgegengesetzte Art des Seins. Platon hatte diesen Gegensatz als denjenigen des Seins und Nichtseins bezeichnet; bei Aristoteles ist derselbe in den Gegensatz des wirklichen und möglichen Seins gemildert. Dieser Stoff besteht nach Aristoteles aus vier qualitativ verschiedenen Elementen, durch deren Mischung, Entmischung und Umwandlung die Naturerscheinungen erklärt werden. Nur auf den Gebieten, wo Aristoteles mit rein physikalischen Begriffen nicht auskommt, z. B. auf dem Gebiete der organischen Natur, verwendet er auch in der Physik den Begriff der substantiellen Formen, während er sonst in seinen physikalischen Gedankengängen vielfach Wege einschlägt, welche denen der modernen Physik verwandt sind.

Aus dem Vorangehenden geht zur Genüge hervor, daß der Begriff des Seins in der griechischen Philosophie ein anderer war als bei uns. Für uns giebt es zum Begriff des Seins nur den kontradiktorischen Gegensatz des Nichtseins. Das griechische Denken stand dagegen noch ganz unter dem Einfluß der Sprache. Durch die grammatikalische Form verführt, behandelte dasselbe den Begriff „seiend“ ganz wie ein Adjektiv, welches nicht nur der Steigerung

fähig ist, sondern dessen Gegenteil auch von einem trotzdem als existierend gedachten Gegenstand ausgesagt werden kann. So schreibt die Platonische Philosophie den Begriffen verschiedene Grade der Realität zu und definiert den Stoff sogar als das Nichtseiende, ohne an dessen Existenz zu zweifeln. Damit im Zusammenhange steht die erkenntnistheoretische Grundlage der griechischen Philosophie. Das naive Bewußtsein schreibt jeder Vorstellung die Eigenschaft zu, Objekt zu sein. Das moderne Denken zerlegt das Vorstellungsobjekt in Elemente, die nur subjektiv, und in solche, welche sowohl subjektiv als objektiv sind. Zu den ersteren gehören Farbe, Geruch u. s. w., nach der Ausdrucksweise Lockes die sekundären Qualitäten, zu den letzteren vor allem die Ausdehnung. Das antike Denken kennt diesen Unterschied nicht. Am deutlichsten tritt dies bei den Atomistikern zu Tage, da dieselben sonst dem modernen Denken am nächsten stehen. Obwohl sie das wahre Sein nur einigen Bewußtseinselementen zuschreiben, objektivieren sie die gesamte sinnliche Vorstellung noch einmal in den εἴδωλα, die sich von den Gegenständen ablösen und in den Menschen eindringen, und schreiben denselben ebenfalls eine Art von Existenz zu. Die alten Philosophen stehen völlig auf dem Standpunkte des naiven Bewußtseins, behaupten aber, um den daraus folgenden Widersprüchen zu entgehen, daß den verschiedenen Vorstellungen verschiedene Grade der Realität zukommen. Substanz ist daher für sie nicht alles das, was außerhalb des Subjekts existiert, sondern nur die höchsten Grade des Realen. So kann es kommen, daß nach Aristoteles ein Begriff in Bezug auf den niedrigeren Form, d. h. Substanz, in Bezug auf den höheren aber Stoff ist. Worin unterscheidet sich aber der griechische Begriff des Seins von dem modernen der Existenz seinem Inhalt nach? Offenbar dadurch, daß in dem Begriff des Seins außer der Existenz auch die Begriffe der Ewigkeit, Unveränderlichkeit und Vollkommenheit mitgedacht werden. Diese Assoziation ist aber nicht anzusehen als eine Verbindung ursprünglich getrennter Elemente, sondern als ein Ganzes, aus welchem sich erst im Laufe der Geschichte die einzelnen Teile aus-

sonderten, als die Differentiierung des logisch wissenschaftlichen Denkens und des religiösen Gefühles sich zu vollziehen begann. Erst die neuere Naturwissenschaft hat den Begriff einer Substanz aufgestellt, der das absolute Sein zukommt, während sie den Begriffen der Vollkommenheit und Unvollkommenheit indifferent gegenübersteht. Dem widerspricht nicht, daß sich Ansätze zu dieser Trennung schon frühzeitig finden und auch die alten Philosophen das Nichtseiende gelegentlich für nichtexistierend erklären. In endgiltiger Weise hat erst Kant in seiner Widerlegung des ontologischen Gottesbeweises jene dem früheren Denken selbstverständliche Verbindung zwischen Sein und Vollkommenheit aufgelöst, und dies war ihm nur möglich, nachdem bereits die Naturwissenschaft in ihren Begriffsbildungen jene Trennung thatsächlich vollzogen hatte.

II.

Die Annahme vieler Physiker, daß die neuere Naturwissenschaft auf Grund der Erkenntnis entstanden sei, daß nur die Erfahrung und nicht allgemeine philosophische Spekulationen zur Naturerkenntnis führen könne, ist, so richtig sie an und für sich ist, doch einseitig. Zwar wurde von Bacon und anderen mit Energie der Standpunkt der konsequenten Empirie vertreten, aber weder Bacon noch ein anderer der Empiristen jener Zeit hat den Thatbeweis für die Nützlichkeit der Empirie erbracht. Die Begründer der neueren Naturwissenschaft, in erster Linie Galilei, fassen ihren Gegensatz zur Scholastik in einer anderen Formel zusammen. Der von Galilei in seinen Schriften unermüdlich wiederholte erkenntnistheoretische Grundsatz lautet: Die Physik ist eine mathematische und keine logische Wissenschaft, und Descartes geht darin noch weiter, indem er sagt, daß die Physik nichts anderes sei, als ein Zweig der Geometrie. Die Metaphysik des Aristoteles bestand in der Substantiierung logischer Begriffe und Denkformen. Nach Galilei und Descartes ist dieser Weg ein völlig verkehrter, denn Erkenntnis der Natur erhalten wir nur durch geometrische Anschauung, quantitative Messung und mathematische Formeln. Weder Galilei

noch Aristoteles hatten die Erfahrung verachtet. Aber Erfahrung allein hat noch keine Wissenschaft geschaffen. Wissenschaft entsteht erst dann, wenn die Erfahrung in systematischer Weise begrifflich verarbeitet wird, und erst bei der Frage, welche Begriffe das geeignete Handwerkszeug zur Verarbeitung der Erfahrung sind, hebt der Streit der Schulen an. Aristoteles wollte die Erfahrung als eine Objektivation logischer Begriffe auffassen, während nach Galilei „die Philosophie im Buche des Universums in mathematischer Sprache geschrieben steht, deren Zeichen Dreiecke, Kreise und die anderen geometrischen Figuren sind.“ *)

Während die Aristitotelische Behandlungsweise der Physik in der organischen Natur ihre festeste Stütze fand, wandte Galilei sein Prinzip auf ein Problem an, bei welchem das Ungenügende der alten Physik besonders zu Tage trat, auf das Problem des Falles und der Bewegung fester Körper. Das logische Urteil, „der Stein fällt“, zerlegt die einheitliche sinnliche Vorstellung in die Vorstellung des bewegten Objektes und die Bewegung selbst, welche als eine Thätigkeit oder als ein Zustand des Körpers gedacht wird. Indem Aristoteles in dem Vorgange des Falles nichts anderes sieht, als das objektivierte Urtheil, erscheint die Bewegung nur als ein accidens, d. h. eine zufällige und vorübergehende Eigenschaft des Körpers; das wirklich Reale liegt nicht in der Bewegung, sondern in dem Körper, und es liegt für das unter dem Denkmittel der Substantialität stehende Denken kein Anlaß vor, sich näher mit dem Vorgange der Bewegung zu befassen. Dieser logischen Behandlung des Bewegungsproblems setzt Galilei seine mathematische Behandlung entgegen. Die Bewegung kann durch eine Formel ausgedrückt werden, welche eine Größe bezeichnet, die wir in der Empfindung als Stoß oder Andrang wahrnehmen und die Galilei die Kraft oder das Moment der Bewegung nennt. Diese Größe ist, wie die Beobachtung lehrt, stets proportional der Geschwindigkeit und einer für jeden Körper konstanten Größe,

*) Op. II, p. 247; vgl. auch Ostwalds Klassiker 11, S. 113 u. 114.

der Masse. Die Begriffe der Masse und Geschwindigkeit, zu denen beim Fall noch die Beschleunigung hinzutritt, genügen Galilei, die Bewegungserscheinungen in mathematischer Sprache zu formulieren.

Damit hielt aber der Physiker jener Zeit seine Aufgabe noch nicht für gelöst. Die griechische Philosophie hatte 2000 Jahre das europäische Denken beherrscht und ihre Grundbegriffe waren so tief eingewurzelt, daß auch nur ein Zweifel an ihrer Berechtigung unmöglich schien. Keiner der Denker jener Zeit hat sich gefragt: Bietet die Erfahrung den Anlaß, den Begriff eines ewigen, unveränderlichen Seins zu bilden, ist der Substanzbegriff für die Physik brauchbar? sondern nur: Was ist die Substanz? Daß die sinnliche Welt keine Realität besitzt, sondern daß die wirkliche Welt hinter derselben verborgen sei, galt für ein unumstößliches Axiom. Galilei und viele seiner Zeitgenossen glaubten nun, das Problem der Substanz durch dasselbe Denkmittel lösen zu können, wie das Fallproblem. Die Substanz darf nicht mit Aristoteles logisch, sondern muß mathematisch bestimmt werden. Die Unterschiede der Objekte sind nicht qualitativer Natur, sondern quantitativ, denn nur quantitative Beziehungen lassen sich mathematisch formulieren. Damit war aber die Möglichkeit gegeben, an die Vorstellungen der antiken Atomistik anzuknüpfen, welche ihre Entstehung ähnlichen Motiven verdankte. Als Substanz galt ein qualitativ unbestimmter Stoff, der in kleine Teilchen, die sich durch Größe und Gestalt unterscheiden, zerlegt gedacht wird. Das gesamte Naturgeschehen besteht in der gegenseitigen Lageänderung dieser Teilchen. Daß die Auffindung der Fallgesetze von diesen korpuskulartheoretischen Vorstellungen Galileis völlig unabhängig war, ist klar; auch hat Galilei kein philosophisches System auf Grund derselben errichtet, sondern diese Aufgabe hat erst Descartes zu lösen versucht.

Außer der Philosophie des Aristoteles hat kein philosophisches System einen so nachhaltigen Einfluß auf die gesamte Philosophie und Wissenschaft ausgeübt, wie dasjenige Descartes. Wenn es Descartes auch nicht gelungen ist, sein System zu derselben allgemeinen Anerkennung zu bringen, wie sie das Aristotelische im Mittelalter genoß, so sind doch die Grundbegriffe seines Denkens nicht nur in der Wissenschaft, sondern auch in der Popularphilosophie bis auf den heutigen Tag die herrschenden geblieben. Seine Aufgabe bestand darin, die Begriffe und Methoden der Naturwissenschaft mit dem übrigen Gedankeninhalt seiner Zeit zu einem einheitlichen Ganzen zu verbinden. Descartes stimmt mit Galilei und anderen Denkern seiner Zeit darin überein, daß das Substrat der Körperwelt nur geometrisch bestimmt werden dürfe, und versucht diese Forderung erkenntnistheoretisch zu begründen. Unter dem Begriff der Substanz dachten sich die alten Philosophen das ewige, unwandelbare Sein, dem alles Werden und aller Widerspruch fern ist, welches daher auch allein wahre Erkenntnis gewährt, während die sinnliche Welt trügt. Diese Verbindung von wahrem Sein und wahrer Erkenntnis liegt offenbar auch dem ersten erkenntnistheoretischen Grundsatze Descartes zu Grunde, nach welchem dasjenige wahr sei, was wir klar und deutlich erkennen. Dies Kennzeichen der Wahrheit besitzt nach Descartes aber nur das geometrische Wissen und so folgert er daraus unmittelbar, daß das wahre Sein, d. h. die Substanz, geometrischer Natur sei. Die wesentlichste Eigenschaft geometrischer Größen und also auch der Substanz ist aber die Ausdehnung; Substanz, Raum und Ausdehnung sind daher identisch. Mit dieser Fassung des Substanzbegriffes ist jedoch die Annahme des naiven Bewußtseins von der Objektivität der Vorstellungen nicht verträglich. Dieselbe muß vielmehr dahin modifiziert werden, daß von allen Elementen, welche eine Vorstellung zusammensetzen, nur eins, nämlich die Ausdehnung, wirklich der Substanz zukommt, während die anderen, also Farbe, Härte u. s. w., dem Objekt nicht zugeschrieben werden können. Das Problem, wie diese anderen Eigenschaften des Vorstellungsobjektes in positiver Weise bestimmt werden sollen, hatte die Atomistik durch die Annahme der εἴδωλα zu umgehen gesucht. Descartes löst dies Problem, indem er alle Bewußtseinselemente, die Ausdehnung ausgenommen, zusammenfaßt und für modi einer anderen Substanz,

der Substanz des Geistes erklärt, welche er in seiner näheren Ausführung als die Hypostasierung des Ichbewußtseins schildert. Mit dieser Scheidung vollzog Descartes einen Schritt von außerordentlicher Tragweite. Die Annahme verschiedener Grade von Realität bei den verschiedenen Vorstellungsobjekten ist damit hinfällig geworden; denn dem Vorstellungsobjekt kommt überhaupt keine selbständige Realität zu. Dasselbe ist lediglich das Produkt der Wechselwirkung zweier selbständiger Substanzen und darf daher nicht als ein einheitliches Ganze betrachtet werden, sondern muß in seine Faktoren, das Objekt und die Vorstellung, zerlegt werden.

Nachdem Descartes auf diese Weise alles nicht geometrische aus der Natur ausgewiesen hat, beginnt er, mit dem so gewonnenen Substanzbegriff das Weltgebäude zu errichten. Er teilt seine Materie, d. h. den Raum, in kleine Teilchen, welche sich natürlich nur durch Gestalt und Größe unterscheiden. Die Gestalt derselben bestimmt das chemische Verhalten der Stoffe und die Möglichkeit, sich miteinander zu verbinden. Lagern diese Teilchen dicht aneinander, so haben wir einen festen Körper vor uns, bewegen sie sich rasch nach allen Richtungen durcheinander, einen flüssigen, bezw. gasförmigen. Schwingende Bewegung der kleinsten Teile ist Wärme; Licht und Feuer sind Druck-, bezw. Bewegungserscheinungen des Äthers, der sich von der übrigen Materie durch die Gestalt seiner Atome unterscheidet. Selbst die Erscheinungen des Magnetismus und der Elektrizität glaubt Descartes durch seine Theorie erklären zu können. Im magnetischen Eisen befinden sich nach seiner Annahme schraubenförmige Gänge, welchen materielle Teilchen entsprechen, die so gedreht sind, daß sie sich durch jene Gänge hindurchwinden können. Mit großer Geschwindigkeit bewegen sich dieselben durch das Eisen und fliegen, wenn sie an dem einen Ende herauskommen, in Richtung der Kraftlinien, denen Descartes ein eingehendes Studium gewidmet hat, zum anderen Ende des Magneten. Hierdurch erklärt er nicht nur in geistreicher Weise die in Richtung der Kraftlinien erfolgenden ponderomotorischen Wirkungen des Magneten, sondern auch die Verschiedenheit des Nord- und Südpols, indem die Schraubengänge auf der einen Seite nach links, auf der anderen nach rechts gedreht zu sein scheinen.

Einen besonderen Einfluß auf die Ausbildung des Substanzbegriffes hatte dasjenige Gebiet der Physik, welches sich durch seine Einfachheit zuerst dem wissenschaftlichen Denken als Objekt darbot, die Bewegung fester Körper. Wie bereits erwähnt, zerlegt das naive Bewußtsein die Vorstellung eines bewegten Körpers in den Begriff des Körpers und denjenigen der Bewegung, und die aristotelisch-scholastische Philosophie erklärte diese Zerlegungsprodukte auch für objektiv getrennt, indem sie die Bewegung als accidens eines Körpers auffaßt. Das wissenschaftliche Denken zerlegt den Bewegungsvorgang ebenfalls, aber nicht in die Begriffe Körper und Bewegung, sondern in die davon verschiedenen Begriffe Masse und Geschwindigkeit. So sehr sich auch Descartes gegen die logische Behandlung der Physik ablehnend verhielt, so lag es doch in diesem Falle nahe, jene wissenschaftliche Operation nur für die mathematische Form der Abstraktion zu halten, die wir auch im täglichen Leben unter dem Einfluß der Sprache vollziehen, und damit zugleich ihre Endprodukte zu identifizieren, indem die Masse der substantielle Träger der Erscheinung und die Geschwindigkeit ein accidens dieser Substanz wird. Sobald wir die Materie Descartes und anderer Physiker jener Zeit nicht vom erkenntnistheoretischen, sondern vom physikalischen Standpunkte aus betrachten, erscheint sie thatsächlich einfach als die Hypostasierung der Massenkonstante, wobei freilich zu beachten ist, daß Descartes in seinem System den Begriff Masse in verschiedenem Sinne verwendet.*) Schon Galilei hatte auf die hohe Bedeutung des Begriffes der Bewegungsgröße aufmerksam gemacht und hatte gelehrt, daß dieselbe, falls nicht anderweitige Einflüsse auf den Körper einwirken, konstant bleibe. Descartes stellte dies Gesetz von der Erhaltung der Bewegungsgröße oder das Trägheitsgesetz in den Mittelpunkt seiner Naturbetrachtung. Die Fähigkeit eines Körpers, den augenblicklichen

*) Laßwitz. Geschichte der Atomistik II, S. 71. 72.

Zustand zu bewahren, d. h. seine Widerstandsfähigkeit gegen eine Änderung, hängt von der Masse des Körpers ab. Indem die Materie nun als Substantiierung der Massenkonstante gedacht wird, verwandelt sie sich in das Prinzip der Passivität; sie ist weder fähig, selbständig Bewegung zu erzeugen, noch die einmal erhaltene abzuändern. Damit verliert aber die Materie, ohne daß sich Descartes dessen bewußt geworden wäre, ihren rein geometrischen Charakter und tritt als das Prinzip der Trägheit in einen logischen Gegensatz zu der außerhalb der Materie sich befindenden Ursache des Lebens und der Bewegung.

Bei wenigen Philosophen ist es so schwierig, wie bei Descartes, die einzelnen Gedankengänge bis auf ihren Ursprung zurück zu verfolgen, da das System Descartes ohne vorbereitende Schriften, in denen sich die Entwickelung seines Urhebers darstellt, auf einmal in seiner systematischen Schärfe und logischen Gliederung an die Öffentlichkeit getreten ist. Trotzdem ist die große Verwandtschaft zwischen dem Begriffe der Materie bei Descartes und dem Platonischen Nichtseienden, auf den Wundt aufmerksam macht,*) ganz unverkennbar, wenn auch eine direkte Abhängigkeit bei der methodischen Darstellung der Schriften Descartes nicht nachgewiesen werden kann. Aus dieser Verwandtschaft der Cartesianischen Materie mit dem Platonischen Begriff des μὴ ὄν, welches gerade das der Substanz entgegengesetzte Prinzip bedeutet, könnte der Schluß gezogen werden, daß der Substanzbegriff überhaupt seine Bedeutung als das absolut Wertvolle und Vollkommene, d. h. seinen Gefühlswert verloren habe. Dies ist aber nicht der Fall. Der religiöse Charakter des Substanzbegriffes ist zur Zeit Descartes noch viel zu lebendig, als daß Descartes die Materie als die einzige Substanz hätte hinstellen können. Substanz im eigentlichen Sinne ist auch nach ihm einzig nur die Gottheit. Derselben kommen allein alle Attribute der Substanz ohne Einschränkung zu. Die Beharrlichkeit der Substanz

*) System der Philosophie. S. 450.

spiegelt sich in der Ewigkeit Gottes wieder, ihre Wirksamkeit in seiner Allmacht, ihr absolutes Sein in der Summe aller Vollkommenheiten, welche das gläubige Gemüt der Gottheit zuschreibt. Dieser ersten Substanz gegenüber sind die Substanzen der Materie und des Geistes unselbständig. Dieselben sind Substanzen niederer Ordnung und besitzen ihre Realität nur durch den Willen der Gottheit. Für diese Unterscheidung verschiedener Stufen der Realität ist offenbar der Begriff verschiedener Grade von Substantialität, dem wir in der griechischen Philosophie begegneten, bestimmend gewesen. Die Materie ist also nur insoweit Substanz, als sie an der Realität der Gottheit Teil hat. Aus dem ewigen unveränderlichen Willen der Gottheit folgert Descartes nun das Gesetz der Erhaltung der Materie, denn es ist Gottes nicht würdig, durch Vernichtung oder Neuerschaffung von Materie seinen ursprünglichen Weltplan abzuändern. Es ist sehr charakteristisch, daß Descartes den Satz von der Erhaltung der Materie nicht als Erfahrungssatz hinstellt, noch für eine angeborene Idee erklärt, sondern aus der Ewigkeit der Gottheit ableitet, was wir als einen neuen Beweis für den von uns behaupteten religiösen Charakter dieses Begriffes ansehen.

Von den übrigen Eigenschaften der Substanz kommt die Wirksamkeit der Materie nicht zu. Zwar ist die Materie bewegt; aber diese scheinbare Thätigkeit ist nur ein Abglanz der absoluten Wirksamkeit der ersten Substanz, denn alle Bewegung ist von Gott der Materie mitgeteilt worden, während diese selbst weder Bewegung erzeugen noch vernichten kann.

Wie sehr Descartes mit seinen Begriffsbildungen dem Bedürfnis seiner Zeit entgegenkam, zeigt der ungeheure Erfolg, den seine Philosophie erzielte. Es ist mit Recht darauf aufmerksam gemacht worden, daß die Cartesianische Philosophie noch heute die Popularphilosophie ist. Fast wie eine angeborene Idee erscheint es heute vielen, daß es zwei Substanzen, Materie und Geist, giebt und daß die schwierigste Aufgabe des Denkens darin bestehe, das Verhältnis derselben zu einander zu bestimmen. Auch derjenige,

der nur die Materie für real und den Geist für eine Funktion derselben hält, ist davon überzeugt, daß dies nicht die naheliegendste Annahme ist und daß nur „die sichersten Ergebnisse der Naturwissenschaft“ zu derselben nötigen, und wer nur den Geist für real hält, die Körperwelt dagegen für leeren Schein erklärt, glaubt nur durch unwiderlegliche Beweise der Erkenntniskritik zu dieser, dem gemeinen Menschenverstand absurd erscheinenden Ansicht gezwungen zu sein. Dem gegenüber sei mit Nachdruck darauf hingewiesen, daß der Begriff der Materie und damit der Gegensatz von Geist und Materie geschichtlich entstanden ist und nicht ein Begriff ist, welcher sich dem Menschen, der ohne geschichtlich begründete Vorurteile die Welt betrachtet, unmittelbar darbietet. Das Problem von Geist und Materie ist erst von Descartes geschaffen worden: die frühere Philosophie kennt dasselbe überhaupt nicht. Wie wir im täglichen Leben nicht jedem einzelnen Gegenstande einen besonderen Namen geben können, sondern eine Gruppe ähnlicher Gegenstände mit demselben Worte bezeichnen, so fassen wir auch in der Geschichte der Philosophie unter demselben Namen Begriffe zusammen, die bei den verschiedenen Philosophen verschiedene Bedeutung hatten. Dies Verfahren muß aber an bestimmte Grenzen gebunden sein, denn ein Begriff, dessen Umfang nicht bestimmt ist, hat auch keinen bestimmten Inhalt. Unter Materie versteht die heutige Naturwissenschaft einen Begriff, dem selbständige Existenz zukommt und dessen Wirkungen nur nach eigenen Gesetzen erfolgen. Außerdem behauptet sie, daß diese Wirkungen mechanischer Natur sind und daß daher der Materie als solcher keine Bewußtseinselemente zugeschrieben werden können, welche eine teleologische Weltbetrachtung ermöglichten. In dieser Begriffsbestimmung liegen zwei Probleme eingeschlossen. Das erste lautet: Wie ist die Selbständigkeit der Materie mit dem religiösen Gefühl vereinbar, welches neben der Gottheit keine unabhängige Realität anerkennen kann? Das andere lautet: In welchem Verhältnis steht das physische und das psychische Geschehen? Beide Probleme sind seit Descartes unendlich oft in Angriff genommen und in den verschiedensten

Weisen zu lösen versucht worden, während die vorcartesianische Philosophie dieselben überhaupt nicht kennt. Ein Begriff ist erst dann bestimmt, wenn die Beziehungen aufgezeigt sind, in welchen er zu anderen Begriffen steht. Indem wir nun die genannten Probleme als wesentliche Bestandteile des Begriffes der Materie betrachten und Descartes der erste ist, welcher diese Fragen aufwarf und zu beantworten versuchte, halten wir Descartes für den Schöpfer des Begriffes der Materie. Es ist natürlich möglich, Begriffe alter Philosophen, welche irgend eine Verwandtschaft mit dem Begriffe der Materie aufweisen, mit demselben Namen zu benennen. Nur hüte man sich dann davor, die assoziative Verbindung, die für uns zwischen den Wörtern Geist und Materie besteht, auf jene Begriffe zu übertragen. Die griechische Philosophie kannte den Gegensatz von Geist und Materie nicht und konnte daher auch keinen Versuch machen, dies Problem zu lösen. Wer die Welt nicht für den Kampfplatz eines guten und eines bösen Prinzips hält, für den existiert die Frage nicht, wo der Machtbereich Gottes aufhört und der des Teufels anfängt, und wer die Welt nicht in Geist und Materie zerreißt, der braucht sich den Kopf nicht darüber zu zerbrechen, wie er diese beiden Hälften wieder zusammenbringt. Die jonischen Physiker Hylozoisten, Demokrit einen Materialisten und Anaxageras einen Dualisten zu nennen, mag die Darstellung jener Systeme erleichtern; ob es aber gerechtfertigt ist, die griechischen Philosophen nach ihrer vermeintlichen Stellung zu einem Problem, das erst 2000 Jahre später entstanden ist, zu klassifizieren, ist doch sehr fraglich. Auch Demokrit war kein Materialist, sondern hat nur gelehrt, daß das Seiende vom Nichtseienden sich durch geometrische Eigenschaften unterscheide, und da er, sehr wenig materialistisch, die Seele für das vollkommenste Sein hielt, schrieb er den Seelenatomen Kugelgestalt zu, was mit den Begriffen seiner Philosophie sehr wohl in Einklang steht, nicht aber mit denjenigen, die vielfach in dasselbe hineingedeutet worden sind.

Dem dogmatischen Gegensatz der Substanzen Geist und Materie entspricht auf erkenntnistheoretischem Gebiete die Trennung des

Vorstellungsobjektes in Objekt und subjektive Vorstellung. Der Gegensatz von Object und Vorstellung gilt heute als das sicherste Besitztum von Philosophie und Wissenschaft. Derselbe fehlte aber der gesammten vorcartesianischen Philosophie, und es ist darum unberechtigt, diese Scheidung als eine selbstverständliche zu behandeln, wie es von späteren Philosophen vielfach geschehen ist, zumal heute niemand die Gründe, welche Descartes zu derselben veranlaßten, anerkennt. Darüber sind allerdings zu allen Zeiten die Meinungen sehr geteilt gewesen, welche Elemente des Vorstellungsobjektes nur subjektiv sein sollen und welche sowohl subjektiv wie objektiv. Nach Descartes gehört nur die Ausdehnung dem Objekt an, aber schon seine Zeitgenossen wiesen darauf hin, daß dieselbe nicht genüge und Descartes selbst in dem Ausbau seiner Physik der Materie auch die Eigenschaft der Undurchdringlichkeit zuspreche. Descartes hatte allen Grund, sich gegen diese Behauptung zu wehren, denn, wenn dieselbe richtig war, so war seine erkenntnistheoretische Grundlage, nach welcher die Substanz nur geometrische Eigenschaften haben durfte, hinfällig. Trotzdem drang die Ansicht von der Undurchdringlichkeit der Materie durch und damit war jedes sichere Kriterium dafür verloren, welche Elemente des Vorstellungsobjektes objektiv seien und welche nicht, denn der bekannte Grund, den Locke für den Unterschied der primären und sekundären Qualitäten angiebt, kann unmöglich für genügend erklärt werden. Diese Unsicherheit in Bezug auf die Eigenschaften der Substanz boten nun die Gelegenheit, den Begriff der Materie in einer Weise fortzubilden, die den ursprünglichen Intentionen seines Urhebers gerade entgegengesetzt waren.

Außer der Aristotelischen Physik hatte die Korpuskulartheorie noch einen anderen Gegner zu bekämpfen, nämlich die hylozoistische Weltbetrachtung. Die italienischen Philosophen waren auf dieselbe hauptsächlich durch die wiedererwachende neuplatonische Philosophie geführt worden, während dieselbe in Deutschland im wesentlichen die wissenschaftliche Gestaltung des im Volke lebenden Geister- und Gespensterglaubens war. Die alten heidnischen Gottheiten, Per-

sonifikationen der Naturkräfte, waren durch die Kirche nicht ausgerottet worden. Der Glaube an dieselben war zwar auf den Schulen und Universitäten durch die scholastische Philosophie verdrängt worden, während er in den Volkskreisen in der Form des Geister- und Dämonenglaubens fortlebte. Durch den Zusammenbruch der scholastischen Philosophie und der kirchlichen Autorität traten diese Ideen wieder in die Öffentlichkeit, teils in Gestalt des im 16. Jahrhundert blühenden Teufelglaubens, teils in Gestalt der alchymistischen Systeme eines Paracelsus und anderer. Die Natur ist nach denselben der Schauplatz für die Thätigkeit geistiger Mächte. Durch geheimnisvolle Bande sind die scheinbar fernliegendsten Gegenstände und Ereignisse miteinander verknüpft. Die Magie und Astrologie haben die Aufgabe, diese geheimnisvollen Verbindungen zu erkennen und zum Vorteil der Menschen auszunutzen. Dies waren nicht nur die Ideen verwirrter Köpfe, sondern auch bedeutende Geister waren der Ansicht, daß die Physik eines Galilei und Descartes von der Natur nur das Gerippe übrig lasse, während sie den dieselbe belebenden Geist nicht beachte. Die Unfähigkeit der Korpuskulartheorie, die organische Natur und überhaupt die planmäßige Ordnung der Naturerscheinungen zu erklären, konnte in dieser Ansicht nur bestärken. Namentlich der geregelte Gang der Gestirne schien die Annahme geistiger Kräfte unvermeidlich zu machen. So begabt Bruno den Äther, in welchem die Fixsterne und Planeten schwimmen, mit geistigen Eigenschaften*) und Kepler schloß aus den nach ihm benannten Gesetzen, daß die Sonne und Planeten beseelt sein müßten. Erst in späteren Schriften fand er, daß diese Erklärung keine physikalische sei und das Wort Seele durch das Wort Kraft zu ersetzen sei, ohne daß diese Wortänderung auch eine Änderung des Sinnes zur Folge gehabt hätte.**) Einen maßgebenden Einfluß auf die Naturwissenschaft erlangten diese Ideen durch die Entdeckung des Gravitationsgesetzes durch Newton.

*) Laßwitz, a. a. O. I, S. 371.
**) Laßwitz, a. a. O. II, S. 10.

Newton ist nicht der Schöpfer des Begriffes der fernwirkenden Kraft; denn derselbe gehörte zu seiner Zeit zum geistigen Inventar eines jeden Gebildeten und Ungebildeten. Sein Verdienst besteht nur darin, die allzuphantastischen Elemente aus jenem Begriffe entfernt und ihn so geeignet gemacht zu haben, als metaphysische Deutung einer mathematischen Formel zu dienen. Es war Newton gelungen, die Bewegung der Planeten durch die Annahme zu erklären, daß dieselben in jedem Zeitmoment eine Beschleunigung nach der Sonne erfahren, welche den Massen direkt und dem Quadrat der Entfernung umgekehrt proportional ist. Newton schwankte lange über die metaphysische Deutung, welche er diesem Gesetze geben sollte. Daß die in dem Gravitationsgesetz auftretende Massenkonstante auf die Existenz einer Substanz hinweise, war auch ihm eine ausgemachte Sache. Mit dem Begriffe der Masse war aber seit Galilei und Descartes der Begriff der Trägheit untrennbar verknüpft; denn die Masse verleiht den Körpern die Eigenschaft, jeder Änderung ihres Zustandes einen Widerstand entgegensetzen zu können. Als Haupteigenschaft der Materie hatte Descartes daher die Trägheit hingestellt. Die Materie ist nach ihm nicht fähig, sich Bewegung zu geben, noch die von außen erhaltene zu verändern. Wie sollte es daher möglich sein, daß dieselbe Materie die Ursache der gesamten Bewegung im Weltall ist? Sobald die Massenkonstante zur Würde der Substanz erhoben war und die empirischen Gesetze, in welchen die Massenkonstante auftritt, als Eigenschaften dieser Substanz gedeutet wurden, mußte die empirisch gefundene, aber bis zum heutigen Tage unerklärte Thatsache, daß die Konstanten der Masse und der Schwere einander proportional sind, zu einem unlöslichen Widerspruch führen. Wenn die Materie das passive Prinzip ist, so kann sie unmöglich zu gleicher Zeit als kraftbegabt gedacht werden. Newton empfand diese Schwierigkeit vollständig.*) Als einziger Ausweg erschien ihm die Annahme, daß durch einen höheren Willen an die träge

*) Laßwitz, a. a. O. II, S. 576.

Materie immaterielle spirits gebunden seien, welche die Ursache der Beschleunigung der materiellen Teilchen sind. Erst Newtons Schüler, Cotes, erklärte rundweg die anziehende Kraft für eine Eigenschaft der Materie, indem er die logischen Gründe, welche Newton von diesem Schritte abgehalten hatten, ignorierte. Die Materie besaß nunmehr alle Eigenschaften des philosophischen Substanzbegriffes. In dem Gesetze der Erhaltung der Materie findet die Beharrlichkeit der Substanz ihren Ausdruck und in dem Axiom, daß die Materie kraftbegabt sei, die Wirksamkeit der Substanz. Die Wissenschaft hatte damit einen Begriff gewonnen, der möglicherweise zur Erklärung aller Naturerscheinungen ausreichen konnte; denn nachdem im Kraftbegriff das Prinzip des Geschehens in die Materie hineingenommen worden war, war es nicht mehr nötig, außerhalb der Materie eine von derselben verschiedene Substanz anzunehmen. Damit ist aber das letzte Band zerschnitten, welches den naturwissenschaftlichen Substanzbegriff und seinen Ursprung, den religiösen Substanzbegriff, noch bei Descartes verknüpfte. Die Materie ist für die Wissenschaft selbst Gott geworden; sie ist ewig und zugleich Grund und Ursache alles Geschehens im Weltall.

Nachdem der Substanzbegriff der Naturwissenschaft soweit festgesetzt war, findet die Weiterentwickelung desselben auf dem Boden der exakten Naturwissenschaft statt. Die Substanzbegriffe späterer philosophischer Systeme waren auf die Physik ohne wesentlichen Einfluß. Leibniz hat allerdings nicht nur im Einzelnen klärend und fördernd auf dem Gebiete der Mechanik und Physik gewirkt, sondern seine Metaphysik bot auch zum Teil den Anlaß, den Newtonschen Substanzbegriff im Sinne einer konsequenten dynamischen Auffassung der Materie weiter zu führen. Dies ist aber nicht von Leibniz selbst, sondern erst von seinen Schülern und Nachfolgern geschehen. Leibniz selbst ist auf dem Gebiete der Physik durchaus Kinetiker. Der Kraftbegriff ist für ihn ein metaphysischer Begriff und dient ihm zur Verbindung der Begriffe der Physik, Biologie, Psychologie und Theologie, während es ihm

unzulässig erschien, den Kraftbegriff, wie es Newton that, unmittelbar zur Erklärung physikalischer Erscheinungen zu benutzen.*)

III.

Fragen wir, worin die Eigentümlichkeit der wissenschaftlichen Methode besteht, welcher dieselbe ihre großartigen Erfolge verdankt, so haben wir drei Stadien der Forschung zu unterscheiden. Die erste besteht in der sorgfältigen Beobachtung der Erscheinungen, die zweite in dem Aufsuchen von Begriffen, welche für eine ganze Gruppe von Erscheinungen charakteristisch sind, und die dritte im Aufstellen von mathematischen Gleichungen, durch welche jene Begriffe miteinander in Beziehung gesetzt werden. Streng genommen, existieren diese drei Stufen nicht getrennt voneinander; denn eine Erfahrung ohne begriffliches Denken ist nicht möglich, und von Begriffen kann man eigentlich erst dann reden, wenn die Beziehungen bekannt sind, in denen sie zu anderen Begriffen stehen. Trotzdem lassen sich im Allgemeinen diese drei Stufen voneinander trennen. In der Elektrodynamik beomachtete man zuerst die ponderomotorischen Wirkungen der Ströme aufeinander; aus diesen abstrahierte die ältere Theorie die Begriffe des Stromes, des Stromelementes, der anziehenden und abstoßenden Kraft, und stellte im Ampère'schen Gesetz und Neumann'schen Potential die mathematische Relation zwischen diesen Begriffen her. Aus der Bewegung fester Körper gewinnt die Mechanik die Begriffe der Masse, Geschwindigkeit, Beschleunigung, der potentiellen und kinetischen Energie. Die Gleichungen Lagranges und die verschiedenen nach ihren Entdeckern genannten Prinzipien der Mechanik sind die Beziehungen zwischen diesen Begriffen, welche das thatsächliche Geschehen nach Ansicht der Physiker vollständig zum Ausdruck bringen. Gerade an diesem Beispiele läßt sich ersehen, wie weit in der Wissenschaft von Sicherheit die Rede sein kann. Über die ursprüngliche Beobachtung kann kein Streit entstehen, sobald wir von den Beobachtungsfehlern absehen. Meinungsverschiedenheiten können erst bei Aufstellung der Begriffe auftreten, da aus derselben sinnlichen Erfahrung stets verschiedene Begriffe abgeleitet werden können. So ist in der Mechanik die Frage nach Berechtigung und Bedeutung des Kraftbegriffes eine viel umstrittene. Die Entscheidung in einem solchen Falle hängt von zweierlei ab. Erstens fragt es sich, durch welche Begriffe die einzelnen Erscheinungen am einfachsten und klarsten wiedergegeben werden können, und dann, welche Begriffe sich am meisten dazu eignen, mit den auf anderen Gebieten der Physik gefundenen Begriffen in Zusammenhang gebracht zu werden, um den letzten Zweck der Wissenschaft, zwischen allen Erscheinungen einen Zusammenhang herzustellen, zu erreichen. Aber auch, wenn Einigkeit über die Wahl der Begriffe erzielt ist, kann noch die Form der mathematischen Gleichung umstritten werden. So kann man in der Mechanik verschiedener Meinung sein, welches der verschiedenen Prinzipien der geeignetste Ausgangspunkt für die Darstellung ist. Auf jeden Fall sind aber alle diese Fragen nur Fragen nach der Zweckmäßigkeit. Ein anderes Kriterium giebt es nicht. Als Ziel schwebt dem Physiker ein System von Gleichungen vor, welches den gesamten Zusammenhang zwischen den Erscheinungen wiedergiebt. Zu diesem Zwecke beobachtet er, bestimmt Konstanten und stellt Differentialgleichungen auf. Bezeichnen wir das gesuchte Begriffssystem als ein Bild der wirklichen Gegenstände und Vorgänge, so verlangen wir von demselben, daß „die denknotwendigen Folgen des Bildes stets wieder die Bilder der naturnotwendigen Folgen der abgebildeten Gegenstände seien.“*)

*) Laßwitz, a. a. O. II, S. 445 ff.

In philosophischen Werken ist zu lesen, daß es die Aufgabe der Wissenschaft sein soll, den Kausalzusammenhang des Geschehens im Einzelnen nachzuweisen, und daß ihre Berechtigung darum auf der Voraussetzung beruhe, daß ein solcher Kausalzusammenhang vorhanden sei. Hatten wir es als die Aufgabe der Wissenschaft bezeichnet, selbständig Begriffe zu finden und Beziehungen zwischen

*) Hertz. Prinzipien der Mechanik. Leipzig 1894. S. 1.

denselben herzustellen, so könnte es scheinen, als besäßen wir bereits in der Kausalität einen Begriff, welcher alles Geschehen in der Natur- und Geisteswelt zusammenfaßt. Die Wissenschaft brauchte dann keine neuen Begriffe zu entdecken, sondern nur die Zweckmäßigkeit eines schon vorhandenen nachzuweisen. Leider haben wir in der Kausalität keinen derartigen allgemeinen Begriff, sondern nur ein Wort, über dessen Bedeutung man sich sehr streiten kann und dessen Sinn nur geschichtlich zu verstehen ist. Bei der Übertragung aller logischen Operationen in reale Vorgänge hatte die Aristotelisch-scholastische Philosophie das subjektive Verhältnis zwischen Grund und Folge in das objektive von Ursache und Wirkung verwandelt. Diese Übertragung ist völlig verständlich bei der Annahme, daß Denken und Sein identisch sind. Als sich aber diese ursprüngliche Einheit zu lösen anfing, mußte sich die Frage erheben, wie wir zu der Annahme berechtigt sind, daß zwischen den Dingen außer uns eine Beziehung besteht, die dem Verhältnis von Grund und Folge analog ist. Da schon die tägliche Erfahrung lehrt, daß der Erkenntnisgrund mit dem sogenannten Realgrund durchaus nicht immer identisch ist, so wurde die Frage nach dem Verhältnis von ratio und causa zu einem der schwierigsten Probleme der Philosophie. Der Ausgangspunkt der Wissenschaft ist nicht der Glaube an die Kausalität alles Geschehens, sondern die Annahme, daß die sinnlichen Erscheinungen einer begrifflichen Bearbeitung fähig sind, welche uns die Herrschaft über dieselben ermöglicht. Allerdings sucht die Wissenschaft nach einem Zusammenhange, aber Zusammenhang und Kausalität sind nicht dasselbe. Wäre dies der Fall, dann wäre Kausalzusammenhang eine bloße Tautologie und man ließe das Fremdwort besser weg. Was soll aber Kausalität sonst bedeuten? Heißt kausaler Zusammenhang soviel wie notwendiger Zusammenhang, so ist zu antworten, daß es der Wissenschaft ganz gleichgiltig ist, ob der von ihr gefundene Zusammenhang notwendig ist oder nicht, da sie nur den wirklichen Zusammenhang kennen lernen will; denn die scholastischen Begriffe der Möglichkeit und Notwendigkeit existieren für die Wissenschaft nicht. Bedeutet

aber kausaler Zusammenhang dasselbe wie mechanischer Zusammenhang, so ist es direkt falsch, daß die Wissenschaft alles Geschehen als kausal auffassen müsse. In der Physik herrschte zwar lange die Ansicht, daß die mechanische Naturauffassung das Endergebnis der Forschung sein werde, und auch heute noch vertreten einige Forscher die Ansicht, daß in den Gleichungen der analytischen Mechanik die Formeln für das gesamte Weltgeschehen zu finden seien. Aber andere Forscher sind gerade entgegengesetzter Ansicht und die Entwickelung der Physik in den letzten Jahrzehnten scheint denselben Recht zu geben. Kein Physiker wird aber behaupten, daß es als unzweifelhaftes Axiom zu gelten habe, daß alles Geschehen Bewegung sei und die Natur daher mechanisch aufgefaßt werden müsse. Besonders schwierig wird aber das Problem der Kausalität, wenn wir dasselbe auf einzelne Erscheinungen anzuwenden versuchen. Der Mechanik ist es gelungen, die Bewegung eines festen Körpers, z. B. eines fallenden Steines, vollständig durch mathematische Gleichungen wiederzugeben. Setzen wir in dieselben einen beliebigen Wert für die Zeit ein, so erhalten wir genau die Lage und Geschwindigkeit des Steines in dem betreffenden Moment. Die Wissenschaft hat damit ihre Aufgabe erfüllt, ohne sich darum zu kümmern, was bei diesem Vorgange Ursache und was Wirkung zu nennen ist. Was ist denn die Ursache für den Fall des Steines? Besteht dieselbe darin, daß ihm seine Unterlage entzogen wurde, oder in der Anziehungskraft der Erde, oder darin, daß der Stein in die Höhe erhoben worden war? Giebt es nur eine Ursache oder viele verschiedene, unter denen dann die Hauptursache von den Nebenursachen geschieden werden muß? Man mag über diese Frage nach der Kausalität denken wie man will; soviel ist sicher, daß es für die Mechanik ganz gleichgiltig ist, wie dieselbe beantwortet wird. Statt die scholastische Frage, ob der Ofen als Ursache der Stubenwärme anzusehen sei, da doch der Ofen und die Wärme gleichzeitig sind und nach einem bekannten Axiom die Ursache der Wirkung stets vorausgehen muß, immer von neuem in den Abhandlungen über Kausalität zu besprechen, versuche man

nur einmal den Nachweis, daß z. B. in der Wärmetheorie der Begriff der Kausalität vorkomme. Man findet in derselben eine Menge Begriffe, welche den Zusammenhang der verschiedenen Erscheinungen vermitteln, die Wärme, Temperatur, Wärmekapazität, Entropie u. s. w., mit dem Begriffe der Kausalität hat aber keiner von ihnen irgend eine Ähnlichkeit. Die Behauptung, daß das Prinzip der Kausalität das Fundament der Wissenschaft sei, ist daher zum mindesten gewagt. Dasselbe schwebt mehr über dem Ganzen, ohne daß dasselbe für die Erklärung der einzelnen Erfahrung irgend etwas nutzt. Allgemeine philosophische Theoreme, die bei der Anwendung auf das Einzelproblem versagen, sind wissenschaftlich wertlos. Mit den Worten, daß die Physik eine mathematische und keine logische Wissenschaft sei, hat Galilei thatsächlich den Begriff der Kausalität schon aus der Wissenschaft verbannt; denn Ursache und Wirkung sind, wenn wir von dem absehen, was später in diese Begriffe hineingedeutet wurde, nichts anderes, als Objektivierungen der Begriffe Grund und Folge. Damit soll natürlich nicht geleugnet werden, daß die Begriffe Ursache und Wirkung im praktischen Leben sehr brauchbar sind. Im Sprachgebrauche haben dieselben aber auch eine ganz andere Bedeutung gewonnen, als sie in der Philosophie besaßen. Sie besitzen in demselben die Bedeutung einer regelmäßigen zeitlichen Aufeinanderfolge, welcher die uralte Vorstellung, daß die Dinge handelnde Personen sind, jene geheimnisvolle Färbung verleiht, die denjenigen Begriffen anzuhaften pflegt, welche, auf einer längst überwundenen Denkstufe entstanden, aber durch Alter und Tradition geheiligt, ebenso unverständlich sind, als sie verehrungswürdig erscheinen. Wir halten uns daher an die genannte Definition, daß die Physik nicht kausale Beziehungen zwischen den Erscheinungen, sondern mathematische Beziehungen zwischen Begriffen, die aus der Erfahrung abstrahiert sind, herstellen will.

Die Physiker vergangener Jahrhunderte würden allerdings mit dieser Definition nicht einverstanden gewesen sein. Als sich die Naturwissenschaft von der Philosophie trennte, nahm sie ein ganz bestimmtes Weltbild mit. Aus dem Gegensatze der ewigen

Gottheit und der vergänglichen irdischen Welt war in der griechischen Philosophie eine Welt ewiger Substanzen und eine zweite Welt verworrener Sinnendinge geworden. Diese Gegenüberstellung wiederum hatte sich im Laufe der Zeit in den Gegensatz des Objektes und der subjektiven Vorstellung umgewandelt. Indem die Begründer der Naturwissenschaft an diesen Begriffen festhielten, übernahmen sie damit zugleich das Ziel, welches die alte Philosophie sich gesteckt hatte. Dieselbe wollte erforschen, was in dem Wechsel der Erscheinungen das wahrhaft Seiende und darum das Wertvolle und Erstrebenswerte sei. Die sinnliche Welt ist für sie absolut wertlos und hat im besten Falle nur die Bedeutung, als Mittel zum Zweck zu dienen, indem sie Schlüsse auf die dahinter liegende Welt des wahrhaft Seienden zu ziehen gestattet. Die moderne Physik dagegen will nicht mehr eine Welt ewiger Substanzen erforschen; sie errichtet ihr Begriffsgebäude nur zu dem Zwecke, die sinnliche Welt zu begreifen und zu beherrschen. Die alten Physiker kannten zwar auch das Ziel, von einigen, z. B. von Bacon, war es schon klar ausgesprochen worden, aber sie standen noch zu sehr unter dem Banne der Überlieferung, als daß sie es nicht immer wieder als die Aufgabe der Physik hingestellt hätten, das Wesen der Dinge zu begreifen und die Kräfte, welche die Welt im innersten zusammenhalten, zu erforschen; denn daß hinter dem trügerischen Sinnenschein sich eine Welt ewiger Substanzen befinde, wurde von der Philosophie als Axiom übernommen.

Es ist nicht möglich, den Nachweis zu führen, daß die Naturwissenschaft auch ohne die philosophische Tradition zur Annahme einer Welt der Substanzen oder, was dasselbe bedeutet, zur Trennung des Vorstellungsobjektes in Objekt und Vorstellung durch rein empirische Motive gedrängt worden wäre. Die Annahme ist geschichtlich unhaltbar, daß die Wissenschaft vom Standpunkte des naiven Bewußtseins ausgegangen sei und daß sie, nur durch die Widersprüche in den Wahrnehmungen veranlaßt, einen Teil der Empfindungen nach dem anderen in das Subjekt zurückgezogen habe. Ehe die Erscheinungen der Wärme, der Optik, der Elektrizität

und des Magnetismus überhaupt einer wissenschaftlichen Behandlung unterzogen worden waren, erklärte Descartes, daß nur die Ausdehnung objektiv sei und alle anderen Empfindungen subjektiv. Auch läßt weder Descartes noch Galilei uns den mindesten Zweifel über die Motive, welche sie zu dieser Behauptung veranlaßten. Auf die Annahme, daß Wärme, Licht, Magnetismus u. s. w. Bewegung sei, war Descartes nicht durch empirische Gründe, sondern allein durch das philosophische Axiom geführt worden, daß die ewige Substanz, die nun einmal hinter der Erfahrung verborgen sein sollte, geometrische Eigenschaften haben müsse, da nur diese ihm eine sichere Erkenntnis zu verbürgen schienen. Die Wissenschaft hat nicht nur keine Empfindungen in das Subjekt zurückgezogen, sondern im Gegenteil eine große Anzahl derselben dem Objekt wieder zugeschrieben, nachdem dieselben aus erkenntnistheoretischen Gründen schon für subjektiv erklärt worden waren. Dies geschah zuerst mit der Empfindung der Härte und dieser folgten unter dem Titel von Kräften und Fluiden eine ganze Reihe anderer. Aber auch, abgesehen von den Thatsachen der Geschichte, ist nicht einzusehen, wie sich Wahrnehmungen widersprechen sollen. Widersprechen können sich doch nur Begriffe, die wir zu den Wahrnehmungen hinzugedacht haben, und wenn der leider so häufige Fall eintritt, daß diese sich widersprechen, wird man gut thun, dieselben durch andere zu ersetzen. Die Wahrnehmungen deswegen für subjektiv zu erklären, liegt aber kein Anlaß vor.

Für die Begründer der Physik lag nicht der mindeste logische Zwang vor, den philosophischen Substanzbegriff in die Wissenschaft einzuführen. Im Gegenteil ist derselbe in der Physik die Quelle vieler Widersprüche und Unklarheiten geworden. Die Frage, welche Bewußtseinselemente nur subjektiv und welche objektiv-subjektiv sind, ist thatsächlich bis zum heutigen Tage noch nicht entschieden worden. Die Geschichte der Wissenschaft hat gelehrt, daß die Lösung, welche Descartes gegeben hat, für die Wissenschaft völlig unbrauchbar ist, und seitdem giebt es keine Antwort auf jene Frage, welche dieselbe in befriedigender Weise gelöst hätte. Es gilt höchstens die

praktische Regel, daß man sich in der Zahl der Elemente, die objektiv sein sollen, möglichst beschränkt. Da alle Eigenschaften des Vorstellungsobjektes, auch die Ausdehnung, jedenfalls auch subjektiv sind, müßte man bei einer konsequenten Behandlung der Frage bei dem völligen Subjektivismus anlangen. Dann bleibt für das Objekt nur die eine Eigenschaft übrig, Objekt zu sein, d. h. das Objekt ist das Kantische Ding an sich.

Erwägungen, welche der Kantischen Erkenntnistheorie entstammen, haben in unserem Jahrhundert zu der Annahme geführt, daß der Wissenschaft nur die zeitlich-räumlichen Beziehungen für objektiv zu gelten haben und daß dieselbe daher alle anderen Empfindungen, wie diejenigen des Lichtes, der Wärme u. s. w., auf zeitlich-räumliche Beziehungen zurückführen müsse. Es würde den Rahmen der vorliegenden Arbeit bei weitem übersteigen, wenn wir auf die erkenntnistheoretischen und psychologischen Gründe, die für diese Ansicht geltend gemacht worden sind, im Einzelnen eingehen wollten. Nur soviel sei erwähnt, daß, wenn dies wirklich die Aufgabe der Physik ist, dieselbe trotz ihrer 300jährigen Arbeit noch heute nicht die mindeste Aussicht hat, ihr Ziel zu erreichen; denn dazu wäre nicht nur nötig, daß alle Erscheinungen auf Bewegungsvorgänge zurückgeführt werden, wozu die Aussichten gegenwärtig sehr gering sind, sondern auch, wenn dies erreicht wäre, müßte aus den Bewegungsgleichungen noch der Begriff der Masse entfernt werden, da die Masse kein räumlich-zeitlicher, sondern ein empirischer Begriff ist. Außer einigen gelegentlichen Bemerkungen von Helmholtz hat die Kantische Auffassung nur in einem physikalischen Werke einen maßgebenden Einfluß gewonnen, nämlich in der Mechanik von Hertz. Derselbe will in dem ersten Teile der Mechanik diejenigen Bewegungsgesetze geben, die sich aus den reinen Anschauungsformen Zeit und Raum ableiten lassen, die also Urteile a priori im Sinne Kants sind. Zu diesem Zwecke führt er außer den Begriffen der Zeit, Strecke, Geschwindigkeit und Beschleunigung noch einen Begriff ein, nämlich „ein Merkmal, durch welches wir einem bestimmten Punkte des Raumes zu einer

gegebenen Zeit eindeutig zuordnen einen bestimmten Punkt zu jeder anderen Zeit."*) Diese Definition ist allerdings rein geometrisch und paßt daher zu den genannten prinzipiellen Forderungen. Wenn aber Hertz diesen Begriff Masse nennt und damit den Anschein erweckt, als hätte derselbe irgend eine Ähnlichkeit mit dem gleichnamigen physikalischen Begriffe, so ist das unberechtigt; denn die Masse ist empirisch nur bekannt als der eine Faktor der Bewegungsgröße eines bewegten Körpers oder als eine dem Gewichte des Körpers proportionale Größe. Auf jeden Fall ist er durch Abstraktion aus dem Empfindungsinhalt der Vorstellungen gewonnen und gehört daher nicht der formalen Seite, sondern der materialen Seite des Bewußtseinsinhaltes an, wenn wir an der Kantischen Unterscheidung festhalten. Schon ein Blick auf die Dimensionentafel der physikalischen Begriffe lehrt, daß es völlig unmöglich ist, die physikalischen Erscheinungen auf räumlich-zeitliche Beziehungen zurückzuführen, sondern daß außer Raum und Zeit auf jeden Fall noch ein Grundbegriff, wie im cm. gr. sec. System, wahrscheinlich aber sogar zwei angenommen werden müssen.

Nicht durch logische Motive veranlaßt, sondern als Kinder ihrer Zeit unter geschichtlich bedingten Vorurteilen stehend, hatten die Begründer der Naturwissenschaft die feste Überzeugung, daß die sinnliche Welt nicht die wirkliche sei, sondern daß sich hinter derselben eine Welt ewiger Substanzen verberge. Von vielen wird daher gar nicht die Erkenntnis der sinnlichen Welt als Ziel der Physik betrachtet, sondern dieselbe erscheint nur als das Mittel, die Geheimnisse der Welt der ewigen Substanzen zu enträtseln. Daß die wahren Objekte geometrische Eigenschaften haben, nahm man seit Descartes und Galilei allgemein an, da dieselben sich durch ihre Klarheit und die Sicherheit ihrer Behandlung empfahlen. Außerdem wurden nun, wie die empirische Forschung es erforderte, dem Objekt noch andere Eigenschaften zugeschrieben, in erster Linie die Undurchdringlichkeit und dann die an der Masse hängende

*) Hertz. Prinzipien der Mechanik. Leipzig 1894. S. 54.

Eigenschaft der Trägheit. Der bei weitem folgenreichste Schritt war aber die Einführung des Kraftbegriffes. Derselbe bot infolge seiner Abstammung nicht nur jedem spekulativen Kopfe die erwünschte Gelegenheit, in das Reich der Metaphysik hinüberzugehen, sondern er ermöglichte auch die Verknüpfung wissenschaftlicher Begriffe mit dem Begriff der Kausalität. Alles hat nach der Scholastik eine Ursache, und die physikalischen Ursachen glaubte man in den Kräften zu finden. So hat die Erde eine Anziehungskraft, da die Körper nach ihr fallen, die Sonne hat eine Leuchtkraft und eine Wärmekraft, da sie leuchtet und wärmt. Wenn auch die bedeutenderen Geister sich von diesen Wortspielereien fernhielten und dieselben nicht mit physikalischen Erklärungen verwechselten, so bezeichnen dieselben doch die Stellung, welche der Kraftbegriff thatsächlich einnahm. Mit Hilfe desselben war es gelungen, die Physik völlig in die Terminologie der Scholastik einzuzwängen. Der Natur liegen unveränderliche Substanzen zu Grunde, deren Attribute Kräfte genannt werden. Diese Kräfte wiederum sind die Ursachen von Wirkungen, welche als modi der Substanzen aufgefaßt werden können. Verband sich mit diesen Begriffen der Gedanke, daß alles Naturgeschehen Bewegung sei, so wurde die Materie die einzige Substanz, deren Attribute anziehende und abstoßende Kräfte sind, welche die Ursache der Bewegung darstellen. Da das dogmatische Denken jener Zeit zwischen mathematisch-physikalischen Gesetzen und deren metaphysischer Deutung nicht zu unterscheiden wußte, so hielt sie das Newton'sche Gravitationsgesetz und den Kraftbegriff einerseits, die Begriffe Masse und Materie andererseits für identisch, so daß sich mit jenem Begriffsgebäude der angenehme Gedanke verband, daß die Richtigkeit desselben empirisch bewiesen sei und es zu den sichersten Resultaten der Naturwissenschaft gehöre, daß die Welt aus Kraft und Stoff besteht.

IV.

Welche Rolle spielt nun der Begriff der Materie in der Wissenschaft? Werfen wir einen Blick in die theoretische Physik,

so bemerken wir eine große Mannigfaltigkeit der in derselben zur Verwendung kommenden Begriffe. Zu denselben gehört vor allem der Zeitbegriff, die räumlichen Begriffe der Länge, des Flächen- und Rauminhaltes, die zeitlich-räumlichen Begriffe Geschwindigkeit und Beschleunigung, ferner die Begriffe der Masse, der Bewegungsgröße, der Arbeit, Energie, Kraft u. s. w. Unter dem Worte Kraft ist dabei natürlich nur jene mathematisch streng definierte Größe zu verstehen, die gleich dem Produkte aus Masse und Beschleunigung oder gleich dem Quotienten der Arbeit und des durchlaufenen Weges ist. Ob dieser wissenschaftliche Kraftbegriff sich mit jenem Begriffe deckt, der durch die bekannte Definition „Kraft ist Ursache der Bewegung" eingeführt zu werden pflegt, kann erst dann entschieden werden, wenn jemand angegeben hat, was das Wort Ursache eigentlich bedeutet. Bis dahin wird man gut thun, auf diese Definition zu verzichten, da, wie die Geschichte lehrt, in der Physik und besonders der Mechanik alle Aussagen, die mathematisch nicht formuliert werden können, bedenklicher Natur zu sein pflegen. Gehen wir von der Mechanik zu anderen Zweigen der Physik über, so treffen wir in jedem andere, dies Gebiet charakterisierende Begriffe an, aber nirgends begegnen wir, wenigstens so lange wir uns auf dem Boden der mathematischen Physik befinden, jenem Begriffe, der vielfach für den wichtigsten der Physik gehalten wird, nämlich dem Begriffe der Materie. In welchem Verhältnis steht nun dieser Begriff zu den genannten, die wir im Gegensatz zu demselben als mathematisch-physikalische Begriffe bezeichnen können?

Kirchhoff sagt in der Einleitung seiner Mechanik, daß er als Ausgangspunkt seiner Entwickelung die Begriffe Zeit, Raum und Materie voraussetze. Thatsächlich kommt der letztere Begriff in dem ganzen Werke nicht vor, wohl aber ein anderer, der in der Einleitung nicht erwähnt ist, nämlich der Begriff der Masse. So wenig es möglich ist, in klarer Weise zu bestimmen, in welchem Verhältnis die Begriffe Masse und Materie zu einander stehen, so sicher glaubt man darin zu sein, daß dies Verhältnis ein

besonders enges ist. Auch die Konstanten der Wärmekapazität, der Permeabilität u. s. w. stehen zu der Materie, aus welcher der durch jene Konstanten charakterisierte Körper besteht, in irgend einer Beziehung; die Masse hat aber den anderen Konstanten gegenüber einen unbestreitbaren Vorzug. Was das für Beziehungen sind und worin der Vorzug der Massenkonstante besteht, ist zwar schwer angebbar. Die Definition, daß die Masse die Menge der vorhandenen Substanz angiebt, ist nicht genügend; denn in derselben kommt die wichtige Eigenschaft der Masse, daß sie das Verhalten des Körpers bei Bewegungsimpulsen charakterisiert, nicht zum Ausdruck. Auch ist die Masse nicht eine dimensionslose Zahl, die sie sein müßte, wenn sie nur die Menge eines vorhandenen Stoffes angäbe. Die innige Verbindung jener Begriffe, die sogar vielfach dazu verführt, im Sprachgebrauch Masse und Materie als gleichbedeutend zu gebrauchen, ist nur geschichtlich zu erklären. Wie im Vorangehenden gezeigt, ist die Materie die substanziierte Masse oder mit anderen Worten eine Vereinigung der beiden so heterogenen Begriffe Masse und Substanz und zeigt in eigenartiger Verquickung die charakteristischen Merkmale beider. Aus der Vorstellung der Ewigkeit des alleinen Gottes hatte sich der Begriff der Beharrlichkeit der Substanz entwickelt. Mit demselben schmolz nun die empirisch gefundene Thatsache, daß die Masse bei allen bekannten physikalischen und chemischen Vorgängen nach Ostwalds Ausdruck additiven Charakter besitzt, zu der Lehre von der Erhaltung der Materie zusammen. Nachdem man in durchaus willkürlicher Weise diese beiden Begriffe miteinander verbunden hatte, war das Erstaunen darüber unberechtigt, daß die spekulative Philosophie ein durch die spätere Wissenschaft empirisch gefundenes Naturgesetz vorausgesagt haben sollte. Dem Umstand, daß der Begriff der Materie zwei so verschiedenartigen Quellen, wie der spekulativen griechischen Philosophie und der empirischen Naturwissenschaft, gemeinsam entstammt, ist es wohl zuzuschreiben, daß eine scharfe und klare Definition dessen, was unter dem Worte Materie verstanden werden soll, nicht möglich ist. Unter den möglichen

Definitionen der Materie, welche Tait*) aufstellt, finden sich folgende: „Materie ist alles, was Trägheit besitzt“, und die andere, „Materie ist alles, was Kraft ausübt“. Der Widerspruch zwischen beiden Definitionen, den schon Newton empfunden hat und der ihn verhinderte, die Kraft für eine Eigenschaft der Materie zu erklären, ist schon oft hervorgehoben worden. Gerade die Bezeichnung Kraft und Stoff bringt die Thatsache zum Ausdruck, daß im Begriffe der Materie zwei Prinzipien enthalten sind, die sich gegenseitig ausschließen und daher auf zwei verschiedene Substanzen bezogen werden müssen. Nicht nur in philosophischen Systemen, sondern auch auf dem Boden der Naturwissenschaft ist nun der Versuch gemacht worden, diesen Gegensatz auszugleichen. Die einen wollen den Begriff der Kraft ganz fallen lassen und alles durch Stoß und Druck erklären, die anderen dagegen wollen alle Eigenschaften der Materie auf Kräfte zurückführen. Die Materie besteht nach der dynamischen Auffassung aus Kraftcentren, nach der kinetischen aus ausgedehnten, festen oder elastischen Korpuskeln. Für beide ist die Masse Substanz. Nur ist für die eine die Masse des Trägheitsprinzipes, für die andere die im Gravitationsgesetze auftretende Masse maßgebend. Die Berechtigung derartiger Annahmen ist natürlich erst dann nachgewiesen, wenn es gelungen ist, die sich widersprechenden Bestimmungen im Begriffe der Materie auseinander abzuleiten. Daß es nicht möglich ist, die Gravitation, Kohäsion, Adhäsion u. s. w. kinetisch zu erklären, so oft der Versuch, namentlich in älterer Zeit, auch gemacht worden ist, ist bekannt. Aber auch die entgegengesetzten Bestrebungen waren von keinem Erfolge begleitet. Die Materie besitzt eben Trägheit und Kraft, ohne daß es möglich wäre, zwischen beiden Begriffen eine Verbindung herzustellen. In der empirisch gefundenen Thatsache, daß bei allen Körpern die Konstante der Schwere proportional der Masse ist, liegt natürlich gar kein Widerspruch. Erst dann, wenn die Masse zur Substanz erhoben wird und empirische Gesetze in metaphysische

*) Tait. Eigenschaften der Materie. Übers. v. Siebert. pag. 12.

Lehren über die Eigenschaften dieser Substanz umgedeutet werden, entsteht das genannte Problem.

Der Begriff der Materie war in seinen wesentlichen Grundzügen bereits festgestellt, als erst die Mechanik einer eingehenden wissenschaftlichen Betrachtung unterzogen worden war. Die aus den Bewegungserscheinungen abstrahierten Begriffe der Masse, Geschwindigkeit und Beschleunigung, fanden in dem Substanzbegriffe ihren Platz. Die Masse wurde die Materie selbst, die Beschleunigung als Kraft hypostasiert ihr Attribut und die Geschwindigkeit ein accidens der Substanz. Welche Bedeutung haben aber dann die anderen physikalischen Begriffe, die erst später aufgefunden wurden, die Begriffe der Wärmekapazität, der Permeabilität, der Dielektrizitätskonstante u. s. w., welche das Verhalten des Körpers bei thermischen und magnetischen Einflüssen ebenso charakterisieren, wie die Masse bei Bewegungsimpulsen, und die daher für den betreffenden Körper eine ebenso große Bedeutung haben wie die Masse? Das Konsequente wäre es offenbar gewesen, für jede Konstante, durch welche ein Körper physikalisch definiert wird, eine besondere Substanz zu erfinden, und in der That finden wir in der älteren Physik nicht nur ein Wärmefluidum, sondern auch elektrische und magnetische Substanzen. Dieselben sind aber sämtlich im Laufe der Entwickelung aus der Wissenschaft wieder eliminiert worden. Hält man daran fest, daß allen Naturerscheinungen eine Substanz zu Grunde liegt, und hält man ferner daran fest, daß diese Substanz die Materie ist, wie dieser Begriff von den älteren Physikern bestimmt wurde, so ist der Schluß unvermeidlich, daß alle Naturerscheinungen mechanischer Natur sind; denn der Begriff der Masse und darum auch der Materie beruht auf einer Abstraktion aus den Bewegungserscheinungen. Thatsächlich wird es häufig geradezu als das Ziel der Physik betrachtet, alle Naturvorgänge als Bewegungen aufzufassen. Daß dieser Wunsch schon in den frühesten Zeiten rege war, ist psychologisch sehr verständlich. Die in der Mechanik vorkommenden Begriffe der Geschwindigkeit und der Masse, bezw. des Gewichtes sind uns durch den alltäglichen

Gebrauch vertraut. Was Geschwindigkeit ist, braucht niemand definiert zu werden, da er an jedem Tage Gelegenheit hat, die Bedeutung dieses Begriffes praktisch zu erfahren. So kann sich leicht die Ansicht bilden, daß wir zwar sehr gut wissen, was Geschwindigkeit und Beschleunigung sei, daß uns aber das Wesen der elektrischen Kraft zum Beispiel unbekannt ist. Thatsächlich aber können wir die Frage nach dem Wesen der Geschwindigkeit ebensowenig beantworten, wie die Frage nach dem Wesen der elektrischen Kraft. Beide Begriffe beruhen auf Abstraktion aus der Erfahrung und das Verständnis jener Begriffe hängt daher lediglich von der Kenntnis der Erfahrungen ab, welche zur Bildung derselben den Anlaß gaben. Die Erfahrungen, welche zur Abstraktion des Begriffes der Geschwindigkeit führten, sind jedem geläufig. Derselbe scheint daher völlig klar und keiner Definition bedürftig zu sein. Die elektrischen Erscheinungen sind den meisten dagegen nur durch den Schulunterricht oder durch Bücher bekannt, da dieser Teil der Natur dem praktischen Leben ferner liegt und nicht so augenfällig ist, wie die Bewegungen der Körper. Die Begriffe, welche durch mühevolle wissenschaftliche Arbeit aus diesen Erscheinungen gewonnen wurden, scheinen uns daher auch theoretisch ferner zu liegen, woraus dann gefolgert werden kann, daß dieselben auf die bekannten Begriffe der Bewegung zurückgeführt werden müssen. Wir haben aber gar keinen Grund zu der Annahme, daß die Erscheinungen, welche dem Menschen am augenfälligsten sind, auch die einzigen sind, die überhaupt in der Natur existieren. A priori wäre es ja allerdings nicht unmöglich, daß sich einmal alle physikalischen Begriffe als Funktionen von Masse, Geschwindigkeit und Beschleunigung darstellen lassen. Dies wäre ein gewichtiger Grund für die Annahme, daß alles Naturgeschehen Bewegung sei, wie die Beziehung zwischen den Brechungsexponenten des Lichtes und der Dielektrizitätskonstante die elektrische Natur des Lichtes wahrscheinlich macht. So lange aber ein derartiger Beweis nicht erbracht ist, schwebt die Behauptung, daß alles Naturgeschehen Bewegung sei, völlig in der Luft.

In populären Darstellungen der Wärmetheorie wird es häufig als eines der sichersten Resultate der Wissenschaft hingestellt, daß Wärme Bewegung ist. Schlagen wir aber irgend ein Werk, welches den Namen mechanische Wärmetheorie führt, auf, so bemerken wir, daß die Begriffe, welche eine einheitliche Zusammenfassung der Wärmeerscheinungen liefern, durchaus nicht mechanischer Natur sind. Hierher gehören die Begriffe Wärmemenge, Temperatur, Wärmekapazität, Entropie, Verdampfungswärme u. s. w. Nur in der Einleitung oder einer gelegentlichen Bemerkung wird vielleicht darauf hingewiesen, wie man sich diese Begriffe anschaulich deuten kann. Da sehen wir zu unserem Erstaunen, daß der so wichtige Unterschied zwischen den Begriffen Wärme und Temperatur in jenem Bilde fehlt und daß höchstens das Schmelzen und Verdunsten anschaulich erklärt werden kann, ohne daß es aber möglich wäre, ein quantitatives Gesetz aus der Hypothese abzuleiten. Auf die Wärmeleitung ist das Bild überhaupt nicht anwendbar, sondern hier ist die Annahme eines Fluidums die einzig mögliche anschauliche Deutung. Auch bei den so wichtigen Beziehungen zwischen Wärme und Elektrizität versagt die Theorie völlig. Gerade aus diesen Beziehungen ließe sich leicht ein anderes Wärmebild konstruieren, in dem man die Wärme für irgend welche näher zu bestimmenden Spannungen des Äthers erklärte, der sich zwischen den Molekeln befindet. Daß auch eine derartige Hypothese nur für einen beschränkten Teil der Wärmeerscheinungen genügte, ist allerdings wahrscheinlich; daß sie aber noch weniger leistete, als die gegenwärtig noch übliche, ist kaum möglich. Auf keinen Fall ist die unter dem mißverständlichen Namen „mechanische Wärmetheorie“ bekannte mathematische Theorie, welche hauptsächlich mit energetischen Begriffen arbeitet, mit dem sinnlichen Bilde zu verwechseln, welches einige Begriffe derselben anschaulich deuten soll, aber auch dies nur in sehr unvollkommener Weise thut. Geschichtlich ist allerdings die Hochachtung zu verstehen, welche diesem Bilde gezollt worden ist. Das Gesetz von der Erhaltung der Energie war zuerst in der Mechanik gefunden worden und galt daher zuerst für ein

mechanisches Gesetz. Die Berechtigung, dasselbe auch in der Wärmetheorie anzuwenden, glaubte man nun dadurch zu erwerben, daß man die Wärme als einen mechanischen Vorgang, als Bewegung auffaßte. Nachdem aber in der Physik die Ansicht Mayers durchgedrungen ist, daß jenes Erhaltungsgesetz ein allgemeines Naturgesetz ist und das Prinzip von der Erhaltung der lebendigen Kraft in der Mechanik nur einen Spezialfall darstellt, liegt nicht der mindeste Anlaß mehr vor, der Vorstellung, daß Wärme Bewegung sei, irgend eine prinzipielle Bedeutung zuzuschreiben.

Einen besonders großen Einfluß auf die Ausbildung des Begriffes der Materie hatte bekanntlich die Chemie. Nach einigen Darstellungen erscheint es sogar, als ob die ganze moderne Chemie mit der Atomtheorie stehe und falle. Es gehört aber keine große Überlegung dazu, um zu erkennen, daß die Chemie nicht auf der Atomtheorie beruht, sondern auf den stöchiometrischen Gesetzen und einer Anzahl Begriffen, wie denjenigen der Valenz, der Affinität u. s. w. Die Atomhypothese giebt nur ein anschauliches Bild für die stöchiometrischen Gesetze, während der für die moderne Chemie so außerordentlich wichtige Begriff der Valenz in jenem Bilde nicht berücksichtigt wird. Aber auch wenn wir jenes Bild mit der Wirklichkeit einmal verwechseln wollen, so macht uns die Chemie nicht mit einer Substanz, sondern mit 70 qualitativ verschiedenen Substanzen bekannt, von denen jeder das Prädikat der Ewigkeit und Unveränderlichkeit zukommt. Unter Einwirkung des philosophischen Axioms, daß die Natur durch quantitative Begriffe zu erklären sei, versuchte man in früherer Zeit, das verschiedene Verhalten der Elemente auf die verschiedene geometrische Gestalt der Atome zurückzuführen. Derartige Versuche sind heute aufgegeben. Statt dessen wird zuweilen die Hoffnung ausgesprochen, daß es gelingen möge, die Atome als verschiedenartige Zusammensetzungen von qualitativ gleichartigen Uratomen aufzufassen. Eine derartige Hoffnung ist ja an und für sich weder nützlich noch schädlich. Daß aber als Stütze für jene Hoffnung das periodische System der Elemente benutzt wird, ist nicht recht verständlich. Daß zwischen

den Atomgewichten und den anderen Konstanten, durch welche die Elemente definiert werden, Beziehungen bestehen, ist freilich erwiesen; daß dieselben aber die genannte Hypothese wahrscheinlich machen sollen, kann deshalb nicht behauptet werden, da keine der empirisch gefundenen Thatsachen sich aus derselben ableiten läßt.

Ein von der Materie verschiedener Substanzbegriff ist der Äther der Optik. Wenn die Materie in dem Begriffe der Masse doch wenigstens einen wissenschaftlichen Stützpunkt besitzt, fehlt ein solcher dem Begriffe des Äthers völlig. Derselbe soll im Gegensatze zur ponderabeln Materie gerade keine Schwere und also auch keine Masse besitzen. Andererseits behauptet die Undulationstheorie, daß die strahlende Energie des Lichtes Bewegungsenergie sei. Da man aber unter Bewegungsenergie das halbe Produkt einer Masse und des Quadrates einer Geschwindigkeit versteht, muß der Äther doch wiederum Masse besitzen. Doch kann man diesem Widerspruch dadurch entgehen, daß man die Masse des Äthers im Verhältnis zur Masse der ponderabeln Materie als so klein annimmt, daß sie sich der Beobachtung entzieht. Noch vor dreißig Jahren galt die Undulationstheorie des Lichtes für ein ganz sicheres Besitztum der Wissenschaft. Wie in der Wärmetheorie, war dies lediglich die Folge davon, daß man zwischen der mathematischen Theorie und dem anschaulichen Bilde nicht unterschied. Die mathematische Lichttheorie ist neben der Mechanik unstreitig der vollkommenste Teil der mathematischen Physik, da ihre Resultate mit der Erfahrung nicht nur quantitativ übereinstimmen, sondern auf Grund der Theorie auch die Voraussage bis dahin unbekannter Erscheinungen möglich war. Poincaré sagt mit Recht, daß, wie sich auch die Lichttheorie weiter entwickeln möge, die jetzigen Gleichungen doch stets als erste Annäherung an die Wirklichkeit ihre Bedeutung behalten würden. Diese Bedeutung kommt aber nur den mathematischen Gleichungen und nicht ihrem mechanischen Bilde der Hypothese der Ätherschwingungen zu. In Bezug auf dieselbe sagt Poincaré in der Einleitung seiner Lichttheorie*): „La théorie des ondulations

*) Poincaré. Theorie de la lumière. Paris 1889.

repose sur une hypothèse moléculaire . . . . Ces hypothèses ne jouent qu'un rôle secondaire. J'aurais dû les sacrifier; je ne l'ai pas fait parce que l'exposition y aurait perdu en clarté, mais cette raison seule m'en a empêché. En effet je n'emprunte aux hypothèses moléculaires que deux choses: le principe de la conservation de l'énergie et la forme linéaire des équations, qui est la loi générale des petits mouvements, comme de toutes les petites variations."*) Da es, wie erwähnt, bei dem heutigen Stande der Physik nicht mehr nötig ist, das Gesetz der Erhaltung der Energie als ein der Mechanik entlehntes zu bezeichnen, so kann man auch von der Lichttheorie wie von der Wärmetheorie sagen, daß sie von der mechanischen Deutung, welche ihre Gleichungen erfahren können, ganz unabhängig ist. Die mathematischen Gleichungen sind, wenn auch nicht historisch, so doch sachlich das primäre; jene Bilder sind dagegen nur die Versinnlichungen der abstrakten Begriffe der mathematischen Entwickelung. Der rasche Sieg, den die elektro-magnetische Lichttheorie errungen hat, zeigt deutlich, daß es dem Physiker nur auf die Differentialgleichungen ankommt. Da es möglich ist, die bekannten Differentialgleichungen der Optik aus den Gleichungen des elektromagnetischen Feldes abzuleiten, und dadurch ein neuer Zusammenhang zwischen physikalischen Begriffen hergestellt ist, war es ohne Bedeutung, daß das phantasievolle Bild der Vorgänge im Weltenäther sich mit dieser Ableitung nicht in Einklang bringen ließ und darum fallen mußte.

V.

Wie mehrfach hervorgehoben wurde, ist die Annahme der ursprünglichen Verschiedenheiten von Objekt und Subjekt irrig. Unsere Vorstellungen halten wir nicht an und für sich für subjektiv und wir legen nicht, durch irgend welche Motive veranlaßt, einigen derselben den Charakter der Objektivität bei, sondern die Vorstellungen sind ursprünglich objektiv und subjektiv zugleich. Durch praktische Erfahrungen veranlaßt, verbinden wir aber mit einigen

*) A. a. O. p. 111.

Vorstellungen, den Erinnerungs- und Phantasiebildern, den Gedanken, daß denselben außer uns keine Realität zukommt, daß sie nicht objektiv seien. Es kann, wie die Erfahrung lehrt, daher vorkommen, daß eine derartige Vorstellung einen solchen Grad der Intensität erreicht, daß die Aufmerksamkeit sich ihr völlig zuwendet und infolgedessen jeder andere Gedanke unter die Schwelle des Bewußtseins sinkt. In einem solchen Falle überzeugen wir uns erst durch eine nachträgliche Besinnung, daß die augenblickliche Annahme der Realität einer solchen Vorstellung eine irrige war. So bemerken wir erst nach dem Erwachen zu unserer meist freudigen Überraschung, daß wir nur geträumt haben, und die in Thränen aufgelöste Leserin eines rührenden Romanes tröstet sich nach beendeter Lektüre mit dem Gedanken, daß die Erzählung ja nicht wahr sei. In der Geschichte läßt sich verfolgen, daß die Trennung der realen und nichtrealen Vorstellungen sich nur allmählig vollzogen hat. Die Scheidung zwischen den sogenannten sinnlichen Vorstellungen einerseits, den Träumen, Erinnerungsbildern und Phantasiebildern andererseits hat sich im wesentlichen schon in der vorgeschichtlichen Zeit vollzogen, wenn auch Einzelheiten, wie z. B. der Traumaberglaube, noch heute an jene Zeit zurückerinnern. Dagegen die Trennung der sinnlichen Vorstellungen von den Allgemeinvorstellungen können wir in der Geschichte verfolgen. Wenn auch schon die alten Philosophen den Begriffen eine andere Art von Realität zuschrieben und damit zwischen beiden Gebieten schon einen wesentlichen Unterschied machten, hat die klare Erkenntnis der Subjektivität der Allgemeinbegriffe erst im Ausgange des Mittelalters allgemeine Anerkennung gefunden. Erst durch den Sieg des Nominalismus war der Boden bereitet, auf welchem die Naturwissenschaft ihre Arbeit beginnen konnte. Das Fundament der Naturwissenschaft, von dem allerdings einige ihrer Vertreter zeitweilig abwichen, ist das Prinzip, daß nur die sinnliche Welt, d. h. die Erfahrung, wirklich ist und daß daher nur sie der Ausgangspunkt der Wissenschaft und das Objekt der Forschung sein kann.

Was bedeutet aber das Wort Realität? Unter der Herrschaft des Intellektualismus glaubte man, daß dieser Begriff logischen

Motiven seine Entstehung verdanke. Im ersten Kapitel haben wir versucht, in Kürze den Nachweis zu führen, daß in der gesamten alten Philosophie dem Begriffe der Realität ein ganz bestimmter Gefühlswert zukomme, daß derselbe daher mit der Willensseite des Bewußtseins in Beziehung stehe. Daß dasselbe auch von denjenigen Ideen gilt, welchen die mythologischen und religiösen Systeme Realität zuschreiben, braucht nicht bewiesen zu werden. Der Neger hält seinen Fetisch nicht deshalb für real, weil er irgend welche logischen Merkmale an demselben entdeckt hat, sondern weil er Glück und Unglück von demselben erwartet. Dasselbe Prinzip läßt sich aber auch auf die Unterscheidung der realen, d. h. sinnlichen, und der nichtrealen Vorstellungen anwenden. Für real halten wir diejenigen Vorstellungen, welche nach unserer Lebenserfahrung fördernd oder hemmend in unsere Willensbethätigungen einzugreifen fähig sind und die daher auch selbst Objekt für unseren Willen werden können. Ein untrügliches logisches Kriterium für die Objektivität einer Vorstellung besitzen wir nicht. Gewiß sind einige Vorstellungen intensiver und konstanter als andere; dies sind aber nur graduelle Unterschiede, die eine prinzipielle Trennung, wie wir sie ausführen, nicht begründen können. Viel sicherer ist schon die Beobachtung, daß wir über die nur subjektiven Vorstellungen in viel freierer Weise verfügen können, während wir die sinnlichen als gegeben betrachten. Aber auch diese Unterscheidung beruht offenbar auf einer Beziehung der Vorstellungen zum Willen. Nachdem freilich die Erfahrung uns gelehrt hat, welche Vorstellungen uns nützen oder schaden können, d. h. welche real sind und welche nicht, bemerken wir an den verschiedenen Gruppen auch gewisse Merkmale logischer und psychologischer Natur, die sich dann assoziativ mit dem Begriffe der Realität oder Nichtrealität verbinden, so daß es dann im einzelnen Falle scheinen kann, als wären diese Merkmale die Veranlassung, daß wir einer Vorstellung Objektivität zuschreiben und einer anderen nicht. Daß dies aber nicht die ursprüngliche Sachlage ist, sehen wir daraus, daß, wenn wir einmal völlig von der Gefühls- und Willensseite des Bewußtseinsinhaltes abstrahieren,

wir gar keinen Anlaß mehr haben, in der wilden Flucht der interesselosen Vorstellungen zwischen realen und nichtrealen Vorstellungen zu scheiden. Wir mögen die praktische Lebensklugheit befragen oder in die Entwickelung der philosophischen und religiösen Systeme blicken, so lange es Menschen giebt, hat die Entscheidung der Frage: Was ist real? stets bei dem Willen gelegen.

Die Naturwissenschaft befand sich nun dem Begriffe der Realität gegenüber in einer eigentümlichen Lage. Ihr stillschweigend stets vorausgesetzter Grundsatz ist, daß nur der sinnlichen Welt, der Erfahrung Realität zukomme. Unter dem Einfluß philosophischer Systeme hielt dagegen die ältere Physik daran fest, daß die sinnliche Welt gerade nicht wirklich ist, sondern eine dahinter liegende unbekannte Welt ewiger Substanzen. Die Physik erhielt daher die doppelte Aufgabe, die sinnliche Welt durch begriffliche Bearbeitung der Erfahrung zu verstehen und außerdem noch eine neue Welt der Substanzen zu konstruieren, welche die wahrhaft wirkliche sein sollte. Die moderne Physik erkennt die letztere Aufgabe nicht mehr an. Wohl kennt sie Bilder, welche die durch Abstraktion aus der Erfahrung gefundenen Begriffe anschaulich darstellen, aber den Glauben an die Wirklichkeit dieser Bilder verlangt sie nicht. Der alten Physik waren die Hypothesen Selbstzweck, denn dieselben sollten ja das wahre Wesen der Welt enthüllen; heute gelten sie nur noch für didaktische und methodische Hilfsmittel der Forschung. Nur wenn man sich dieser veränderten Auffassung bewußt ist, wird es verständlich, mit welcher Erbitterung früher die Vertreter verschiedener Hypothesen sich bekämpften, während z. B. der Übergang von der Undulationstheorie des Lichtes zur elektromagnetischen sich ohne jede lebhafte Diskussion vollzogen hat. Die Anschauung, daß die Physik keine Realitäten zu erzeugen hat, sondern daß es ihre Aufgabe ist, die sinnliche Welt, deren Realität sie unbedingt zugiebt, begrifflich zu bearbeiten und dadurch der Herrschaft des menschlichen Willens zu unterwerfen, ist thatsächlich schon lange für die Forschung die einzig maßgebende gewesen, wenn auch in theoretischen Erörterungen noch an der Existenz der Materie festgehalten wird. Für

die Bedeutung des Begriffes der Materie in der modernen Physik ist die in vielen Lehrbüchern sich findende Bemerkung charakteristisch: „Was die Materie ist, wissen wir nicht und es interessiert uns auch nicht." Hinzuzufügen wäre nur, daß wir auch gar nicht wissen, daß sie ist.

Wenn aber auch die Bilder, durch die wir uns die physikalischen Begriffe verdeutlichen, nicht real sind, so könnten es doch jene Begriffe selbst sein. Was soll es aber heißen, daß ein durch Abstraktion gewonnener Begriff real ist? Realität und Nichtrealität schreiben wir doch an und für sich nur den Vorstellungen zu. Wenn wir einen Gegenstand, den wir sehen, real nennen, und sein Erinnerungsbild nicht real, so weiß jedermann, was das Wort real in diesem Zusammenhange für eine Bedeutung hat. Bei einem Begriffe dagegen kann doch nur gefragt werden, ob die Wirklichkeit einen Anlaß zur Bildung desselben bietet und ob die Abstraktion, auf welcher der Begriff beruht, eine zweckmäßige ist. Was es aber heißen soll, daß der Begriff selbst real ist, ist nicht einzusehen. Man kann z. B. zugeben, daß der Begriff der Energie für den Physiker außerordentlich wichtig ist und an Bedeutung alle anderen physikalischen Begriffe übertrifft, da derselbe die ganze Physik umspannt, während z. B. der Begriff der Geschwindigkeit nur auf ein begrenztes Gebiet anwendbar ist. Was es aber heißen soll, daß nach Tait die Energie real ist, die Geschwindigkeit aber nicht,*) ist dunkel. Die alte Physik wollte uns glauben machen, daß die Welt aus Stoff und Kraft bestehe. Wenn es auch merkwürdig ist, daß nicht die Welt, in der der Mensch sieht und hört, arbeitet und strebt, hofft und liebt, die wirkliche sein soll, sondern eine Welt sich stoßender Wirklichkeitsklötzchen, so läßt sich unter jener pseudowissenschaftlichen Behauptung doch etwas denken, da auch jene Welt wenigstens zum Teil sich aus Vorstellungselementen zusammensetzt und wir mit Vorstellungen stets den Begriff der Realität verbinden können. Die Behauptung aber, daß ein durch Abstraktion gewonnener Begriff real sei, ist eine Wortzusammenstellung, die nur dann verständlich wird, wenn dem Worte real eine ganz andere Bedeutung

*) A. a. O. S. 1.

zugeschrieben wird, als dasselbe im sonstigen Sprachgebrauche besitzt, wenn es z. B. soviel heißt wie „unentbehrlich für die Forschung."

Betrachten wir nun das Verhältnis der wichtigsten physikalischen Begriffe zum Begriffe der Realität. Der Begriff der Zeit wird vielfach als ein Begriff angesehen, der nicht eigentlich wissenschaftlicher Natur ist, sondern schon dem vorwissenschaftlichen Denken bekannt sein soll. Freilich das Wort Zeit ist schon sehr alt; wenn wir aber untersuchen, was dies Wort zu verschiedenen Zeiten bedeutet hat, so sehen wir, daß der wissenschaftliche Begriff der Zeit auf einer allmählich sich vollziehenden Abstraktion beruht, die erst ihren Abschluß fand, als der Begriff für die wissenschaftliche Arbeit brauchbar war. Für die Physik ist die Zeit nichts anderes, als eine stetig wachsende, unabhängige Variable.*) Faßt man die Zeit als ein diskretes Gebilde auf, wie es die unmittelbare Erfahrung nahelegt, und teilt man dieselbe in kleine, nicht weiter teilbare Momente, wie es Zeno und nach ihm viele Denker des Mittelalters thaten, so ist der Zenonische Beweis, daß keine Bewegung möglich sei, unwiderleglich. Erst durch den Begriff der Stetigkeit, welcher der Differentialrechnung entnommen ist, wurde der Zeitbegriff physikalisch brauchbar. Die Annahme, daß alle Menschen denselben Zeitbegriff besitzen, der den Namen der reinen Zeitanschauung führt, ist lediglich eine Fiktion. Freilich kann jeder Mensch sich zeitliche Vorgänge vorstellen; aber ebensowenig wie jemand, der den durch einen geworfenen Stein hervorgerufenen Schmerz empfindet, deshalb in der Lage ist, den Begriff der kinetischen Energie zu verstehen, kann der wissenschaftlich Ungebildete aus dem Verlaufe seiner Vorstellung den Zeitbegriff abstrahieren. Im Sprachgebrauche bedeutet das Wort Zeit nichts anderes, als den Wechsel von Sommer und Winter, Tag und Nacht. Dabei ist es unrichtig, zu sagen, daß wir uns Wechsel und Veränderung nur deshalb vorstellen können, weil wir den Zeitbegriff als angeborenen Besitz haben; denn die Begriffe, die wir durch Abstraktion aus der Wirklichkeit gewinnen, sind nicht ihrerseits die Bestandteile, aus denen sich die Wirklichkeit zusammensetzt.

*) Hertz. Mechanik. S. 53.

Auch der Raumbegriff ist erst auf einer bereits fortgeschrittenen Stufe der Entwickelung des menschlichen Denkens entstanden. Die Geometrie soll sich in erster Linie mit diesem Begriffe beschäftigen. Entstanden ist dieselbe aber jedenfalls zu einer Zeit, als der Raumbegriff noch nicht existierte. Die ursprüngliche Geometrie war Feldmessung und später das Studium der Größe und Gestalt fester Körper. Die Beobachtung, daß die qualitative Verschiedenheit der Körper auf Größe und Gestalt derselben keinen Einfluß besitzt, führte zu dem Begriffe eines festen Körpers, der überhaupt qualitätlos ist. Alle diejenigen Eigenschaften desselben, welche bei Lageänderung sich gleichbleiben, bilden das Objekt der Euklidischen Geometrie. Zu diesen invarianten Eigenschaften gehört aber vor allem die Entfernung zweier Punkte des festen Körpers voneinander und, was damit notwendig zusammenhängt, der Richtungsunterschied zweier Geraden. Aus dieser Geometrie entstand der übliche Raumbegriff, der vielfach als der Raum κατ᾽ ἐξοχήν betrachtet wird. Derselbe trägt durchaus die Eigenschaften eines festen Körpers an sich; denn denken wir uns einen Raumteil von den anderen abgesondert und verschoben, so behält derselbe stets die gleiche Gestalt und Größe. Diese Eigenschaft ist ein wesentliches Merkmal des Euklidischen Raumes. Wundt definiert dieselbe in folgender Weise:*) „Jedes Raumgebilde kann in veränderter Lage gedacht werden, ohne daß dadurch das wechselseitige Lageverhältnis beliebig in ihm angenommener Punkte verändert wird. Diese Eigenschaft des Raumes heißt Kongruenz." Wie kommen wir aber dazu, dem Raume diese Eigenschaft beizulegen? Wenn wir von allen nativistischen Theorien absehen, so ist die übliche Anschauung, daß dieser Raumbegriff aus der Summe der uns umgebenden sinnlichen Erscheinungen abstrahiert worden sei. In diesem Sinne kann man zuweilen die Behauptung hören, daß der Raum, in dem wir leben, der Euklidische sei. Thatsächlich leben wir aber in gar keinem Raume; denn in einem abstrakten Begriffe kann der Mensch ebensowenig leben, wie er leider auch nicht von demselben leben kann. Wir leben inmitten sehr verschiedenartiger Körper, die wir, von den

*) Wundt. Logik 1. Auflage I. S. 451.

Übergangsstufen abgesehen, in gasförmige, flüssige und feste einteilen. Diese Körper verhalten sich äußeren Einflüssen gegenüber sehr verschieden. Die Gase ändern bei Druckänderungen ihr Volumen, die Flüssigkeiten behalten dasselbe Volumen, ändern aber ihre Gestalt, und nur die festen Körper behalten bei allen Lageveränderungen dieselbe Gestalt und Größe. Das Wesen des festen Aggregatzustandes kann geradezu dadurch definiert werden, daß feste Körper nur solchen Veränderungen unterworfen werden können, bei denen alle Punkte des Körpers ihre gegenseitige Entfernung beibehalten, eine Definition, die natürlich nur für den Grenzfall des idealen starren Körpers unbedingt gültig ist. Diese Betrachtung lehrt, daß der Euklidische Raum eine Abstraktion aus dem Verhalten der festen Körper ist, was schon aus der geschichtlichen Entstehung der Geometrie hervorgeht und unter anderem die sonst unerklärliche Annahme Descartes, daß dem Raume als solchem die Undurchdringlichkeit zukomme, sehr verständlich macht. Daß der Euklidische Raum der Raum der festen Körper ist, läßt sich aber auch streng mathematisch beweisen. Die Mechanik lehrt nämlich, daß die Bewegung eines festen Körpers stets in sechs Bewegungen zerlegt werden kann, in drei Translationen nach drei unabhängigen Richtungen und in drei Rotationen um drei unabhängige Achsen, wobei solche Richtungen unabhängig genannt werden, die nicht in einer Ebene liegen. Fassen wir diese sechs Bewegungen als Punkttransformationen auf, so bilden dieselben nach der Lieschen Bezeichnung die sechsgliedrige Gruppe der Bewegungen. Wie Lie nachgewiesen hat, bestimmt diese Gruppe alle Eigenschaften des Euklidischen Raumes, so daß die Euklidische Geometrie direkt als die Geometrie derjenigen Gebilde, die bei der Gruppe der Bewegungen invariant bleiben, bezeichnet werden kann, wobei allerdings von den Ähnlichkeitssätzen und den von Euklid stillschweigend benutzten Umklappungen abgesehen werden muß. Daß der Raum der festen Körper zuerst einer wissenschaftlichen Betrachtung unterzogen wurde, ist sehr leicht erklärlich; denn die festen Körper haben für uns bei weitem das größte Interesse, zumal der menschliche Leib ein fester Körper ist und darum, sobald wir von der gegen-

seitigen Lageänderung der Glieder absehen, der Gruppe der Bewegungen unterworfen ist. Die Euklidische Geometrie betrachtet diejenigen Gebilde als gleichberechtigt, welche dieselbe Größe und Gestalt haben; es kann nun eine andere Geometrie diejenigen Figuren als äquivalent ansehen, die zwar dieselbe Gestalt, aber verschiedene Größe haben. Die Grundlagen derselben hat Euklid in seinen Ähnlichkeitssätzen gegeben. Ebenso wird man aber eine widerspruchsfreie Geometrie erhalten, wenn man alle Körper von verschiedener Gestalt, aber derselben Größe, d. h. demselben Volumen als ineinander überführbar betrachtet. Wie kongruente Figuren durch eine Transformation der Gruppe der Bewegung, so würden solche Gebilde durch eine Transformation einer Gruppe zur Deckung gebracht werden können, welche Lie als die Gruppe der Hydrodynamik bezeichnet. In der That kann das Verhalten einer inkompressiblen Flüssigkeit ebenso als Ausgangspunkt dieser Geometrie betrachtet werden, wie das Verhalten der festen Körper die Euklidische Geometrie hervorgerufen hat.

Die Rechnung lehrt nun, daß bei der Gruppe der Bewegung sich alle Invarianten eines Punktsystemes als Funktionen der Entfernungen der einzelnen Punkte darstellen lassen, daß mithin der Begriff der Entfernung der fundamentale Begriff des Euklidischen Raumes ist. Die Physik hat nun bisher vielfach angenommen, daß alles Naturgeschehen Bewegung kleiner fester Körperchen ist, und es galt ihr daher als Axiom, daß der Euklidische Raumbegriff hinreiche, d. h. daß alle in der Physik vorkommenden räumlichen Begriffe sich als Funktionen der Länge ausdrücken lassen. Es ist natürlich möglich, daß der Euklidische Raumbegriff den Bedürfnissen der Physik genügt. Als Axiom darf dies aber nicht angenommen werden. Besteht die Welt, wie Hobbes und Thomson annehmen, aus einer Flüssigkeit und wird der Schein der Existenz fester Körper nur durch die Flüssigkeitswirbel hervorgerufen, so ist der Längenbegriff nur da anwendbar, wo Wirbel existieren, während sonst das Volumen der Grundbegriff ist, wobei natürlich für diesen geometrischen Standpunkt Volumen und dritte Potenz einer Länge nicht identisch sind. Macht man aber keine derartige bestimmte Voraussetzung und bedenkt man,

daß neben dem Raume der festen Körper und dem Raume der Flüssigkeiten noch viele andere Räume vom mathematischen Standpunkte aus möglich sind, die stets streng mathematisch definiert werden können, so wird man es einfach dem Fortgange der Forschung überlassen, zu bestimmen, durch welchen Raumbegriff sich die einzelnen Erscheinungen am besten definieren lassen. Statt zu sagen, auch außerhalb der Atmosphäre befindet sich der Euklidische Raum, der uns bekannt ist, aber in demselben steckt, wie in einem Gefäß, ein Fluidum von uns unbekannten Eigenschaften, wäre es doch einfacher, zu sagen, wir wissen noch nicht, welche Eigenschaften jener Raum hat,*) oder exakter, die physikalischen Begriffe auf dem Gebiete der Optik, Elektrizität und des Magnetismus sind noch nicht genug entwickelt, um zu entscheiden, durch die Annahme welchen Raumbegriffes die Beziehungen zwischen denselben am einfachsten dargestellt werden können. Ob mit der Thatsache, daß die Physik alle Begriffe durch die Entfernung, d. h. durch den Raum fester Körper ausdrücken will, mit der auffallenden Erscheinung in Verbindung steht, daß die Dimensionen der aus der Bewegung fester Körper abstrahierten Begriffe durch drei, diejenigen der thermischen, elektrischen und magnetischen Begriffe aber nur durch vier Grundbegriffe ausgedrückt werden können, wonach der vierte Begriff als eine Korrektion des Raumbegriffes anzusehen wäre, ist eine Vermutung, die allerdings zunächst noch unbegründet ist, aber doch vielleicht nicht ohne weiteres abzuweisen ist. Ebenso wie wir das Verhalten eines Körpers verschiedenen Einflüssen gegenüber durch mehrere Konstanten ausdrücken, können wir auch verschiedene Raumbegriffe bilden. Die Beziehungen derselben zu einander lassen sich stets mathematisch definieren, so daß die Einheitlichkeit des Begriffssystemes, welche die Physik erstrebt, dadurch nicht gefährdet wäre. Freilich würde dies Verfahren der Anschauung widersprechen, daß der Raum in irgend einer Weise real ist. Ausgedehnte Körper sind allerdings real oder können es wenigstens sein, da sie zu dem Bereiche der Vorstellungen gehören. Die Frage nach der Realität des Raumes hat dagegen ebensowenig

*) Vergl. Drude. Physik des Äthers. Stuttgart 1894. S. 9.

einen verständlichen Sinn wie etwa die Frage, ob die Tugend real ist. Mit einem runden ja kann nur ein Platoniker diese Frage beantworten. Aber auch die direkte Verneinung derselben kann zu Mißverständnissen Anlaß geben, indem es scheinen könnte, daß jene Begriffe nur „ein leerer Wahn" seien und daß mit der Negierung der Realität des Raumes und der Tugend auch die Existenz ausgedehnter Körper und tugendhafter Menschen bestritten würde. Jene Frage läßt sich eben deshalb nicht beantworten, weil in ihr zwei Wörter, ein abstrakter Begriff und das Wort real, zusammengestellt sind, deren Verbindung keinen Sinn ergiebt.

Außer Zeit und Raum giebt es in der Naturwissenschaft nur noch einen Begriff, welcher auf alle Naturerscheinungen anwendbar ist, nämlich der Begriff der Energie. Die in der Philosophie übliche Gegenüberstellung der Form und des Inhaltes der Vorstellungen, aus welchen der Unterschied des Zeit- und Raumbegriffes gegenüber den anderen physikalischen Begriffen abgeleitet zu werden pflegt, wird durch die Wissenschaft in keiner Weise bestätigt. Daß bei dem früheren Stande der Physik eine derartige Unterscheidung nahe lag, ist richtig. Den Begriffen von Raum und Zeit, welche auf alle Erscheinungen anwendbar waren, stand eine Fülle anderer Begriffe gegenüber, die nur für einzelne Teilgebiete von Bedeutung waren. Zeit und Raum erschienen so als die allgemeine Form, in welche der mannigfaltigste Empfindungsinhalt eingeordnet war. Durch die Entdeckung des Energiegesetzes durch Mayer ist hierin ein völliger Umschwung eingetreten. Während die älteren Physiker an einen Naturvorgang mit der Voraussetzung gingen, daß derselbe auf jeden Fall ein zeitlich-räumlicher Vorgang sei, d. h. daß die Begriffe Zeit und Raum auf denselben angewandt werden können, sieht der moderne Physiker darin zugleich einen energetischen Vorgang. Welche Energieumwandlung stattfindet, unterliegt der Messung und Beobachtung, daß eine solche aber vorliegt, gilt in allen Fällen als berechtigte Voraussetzung. Man kann daher Zeit, Raum und Energie als die konstanten Elemente jeder Empfindung bezeichnen, wenn man unter konstanten Elementen diejenigen abstrakten Begriffe versteht, welche

bei allem sonstigen Wechsel der Empfindungen stets auf dieselben anwendbar sind.

Alle Naturvorgänge greifen stetig ineinander über. Die aus methodischen Gründen notwendige Einteilung der Physik in Bewegungslehre, Wärmelehre u. s. w. ist, so nahe dieselbe liegen mag, doch eine künstliche. Es war daher seit jeher das Bestreben der Physiker, das von der Wissenschaft errichtete Begriffsgebäude einheitlich zu gestalten und dadurch die Einheit der Natur wiederzuspiegeln. Zu einer Zeit, als die Bewegungsvorgänge die einzigen waren, die einer wissenschaftlichen Betrachtung unterzogen wurden, lag es nahe, alle Naturerscheinungen für Bewegungsvorgänge zu erklären, da der menschliche Geist die Lücken seines Wissens naturgemäß nach Analogie der schon vorhandenen Kenntnisse auszufüllen bestrebt ist. Diese Annahme hat sich nun, durch die Würde der Jahrhunderte geheiligt, bis auf unsere Tage erhalten und wird von vielen Physikern geradezu als Axiom betrachtet, da ein empirischer Beweis nicht möglich ist und man in den Kreisen der Physiker auf die philosophischen Gründe welche für jene Annahme geltend gemacht worden sind, kein großes Gewicht zu legen pflegt. Der heutigen Physik ist es nun, wenn auch nicht vollständig, so doch bis zu einem gewissen Grade, gelungen, Einheit in die Fülle ihrer Begriffe zu bringen. Die einzelnen Gebiete stehen sich nicht mehr getrennt gegenüber, da wir nach Belieben mechanische Energie, Wärme, Elektrizität, Licht und chemische Energie ineinander umwandeln und die Resultate dieser Umwandlungen quantitativ berechnen können. Diese Fähigkeit verdanken wir aber nicht der mechanischen Naturauffassung, sondern nur dem Begriffe der Energie. Aus diesem und nur aus diesem Grunde besitzt derselbe eine für die moderne Naturwissenschaft fundamentale Bedeutung. Ob er dieselbe behalten wird, kann natürlich nicht mit Sicherheit vorausgesagt werden. Es ist möglich, daß Naturerscheinungen entdeckt werden, auf welche derselbe nicht anwendbar ist, oder was dasselbe heißt, auf welche er nur in derselben künstlichen und willkürlichen Weise angewandt werden kann, wie heutzutage die mechanischen Begriffe z. B. auf die elektrischen und magnetischen Vorgänge.

Vielleicht hat unser Jahrhundert infolge einer sehr erklärlichen Vorliebe nur denjenigen Erscheinungen sein Interesse zugewandt, welche vom Standpunkte der Maschinentechnik, d. h. der Arbeitsleistung aus begriffen und verwertet werden können. Wie sich dies auch verhält, so steht doch fest, daß von den gegenwärtig gekannten und studierten Naturerscheinungen keine der fundamentalen Bedeutung des Energiebegriffes widerspricht und viele sogar ohne denselben sich einer wissenschaftlichen Bearbeitung völlig entziehen würden. Daß die mechanischen Hypothesen methodisch vielfach wertvolle Dienste geleistet haben, ist zwar ein Beweis für ihren praktischen Nutzen, den dieselben ohne Zweifel auch in Zukunft bringen werden, beweist aber nicht ihre innere Berechtigung. Für Carnot war bei Aufstellung des nach ihm genannten Prinzipes die Vorstellung eines Wärmefluidums bekanntlich von großem Einfluß, und doch ist diese Vorstellung allgemein verlassen worden. Die von der mechanischen Naturerklärung erreichte Einheitlichkeit der Naturauffassung ist thatsächlich nur eine scheinbare; eine innere Verknüpfung der so verschiedenartigen Naturvorgänge leistet einzig und allein der Energiebegriff.

Wenn der Energiebegriff auch das Mittel ist, die verschiedenen Gebiete der Physik miteinander in Verbindung zu bringen, so ist damit nicht gesagt, daß er auch der einheitliche Ausgangspunkt aller einzelnen Disziplinen sei. Der Begriff der Energie beruht auf einer verhältnismäßig weitgehenden Abstraktion und steht daher weder geschichtlich noch systematisch am Anfange der Entwickelung. Es ist infolgedessen auch nicht möglich, eine einzelne Disziplin einzig und allein auf dem Energiebegriffe und den dazu gehörenden Gesetzen aufzubauen.*) Derartige erfolglose Versuche stehen vielfach mit dem Bestreben in Verbindung, die Energie in Zusammenhang mit dem Substanzbegriff zu bringen. Wie mehrfach hervorgehoben wurde, ist es aber nicht die Aufgabe der Physik, eine geheimnisvolle substanzielle Welt zu erforschen bezw. zu konstruieren; dieselbe erstrebt nur, mit Hilfe von mathematischen Gleichungen den Verlauf der Naturvorgänge vorausberechnen zu können, um dieselben dadurch

*) Vgl. den Aufsatz von Boltzmann in Wied. Ann. 1896. Heft 1.

menschlichen Zwecken dienstbar zu machen. Eine jede Aussage über eine physikalische Größe, die sich der mathematischen Formulierung entzieht, muß daher als unklar oder gar als unrichtig beanstandet werden.

Schon Mayer hatte die Bedeutung des Energiebegriffes dadurch zum Ausdruck zu bringen versucht, daß er dieselbe als Substanz behandelte. Warum soll es denn aber durchaus eine Substanz geben und warum soll es nicht genügen, dem wissenschaftlichen Thatbestande gemäß zu sagen, daß die Energie nächst Zeit und Raum der allgemeinste Begriff ist, den wir durch Abstraktion aus der Erfahrung, d. h. der Wirklichkeit erhalten und der darum auf alle Naturerscheinungen anwendbar ist? Die Energie ist für die Physik ein völlig klarer, d. h. mathematisch definierter und der Rechnung zugänglicher Begriff. Sollte es wirklich ein Vorteil sein, denselben aus der reinen Atmosphäre der exakten Wissenschaft herauszuheben und mit den Wörtern Substanz und Realität in Verbindung zu bringen, unter denen fast ebensoviel verschiedene Begriffe verstanden worden sind, als Menschen darüber nachgedacht haben?

Wir hatten es als die Aufgabe der Physik bezeichnet, aus der Erfahrung Begriffe zu abstrahieren und dieselben mit Hilfe von Gleichungen zu einander in Beziehung zu setzen. Den Inbegriff der mathematischen Formeln pflegt man die Theorie der betreffenden Erscheinungsgruppe zu nennen. Von der Theorie ist streng die Hypothese zu unterscheiden. Eine Hypothese dient weder zur Ergänzung der Thatsachen, noch zur Erklärung der beobachteten Erscheinungen, sondern ist lediglich die Versinnlichung abstrakter Begriffe. Sie hat erstens den didaktischen Zweck, verwickelte Begriffe und Begriffsbeziehungen durch ein übersichtliches Bild darzustellen und kann unter Umständen auch methodisch von Werth sein; denn wenn zwischen einem Bilde und einem Begriffssystem einige Analogien vorhanden sind, kann der Versuch, weitere Ähnlichkeiten zu finden, zur Entdeckung neuer Thatsachen führen. Der Wert einer Hypothese kann natürlich ein sehr verschiedener sein, je nachdem dieselbe sich für ein weiteres oder engeres Gebiet verwerten läßt und je nachdem das Bild auch bis in Einzelheiten durchgeführt werden kann oder nicht. Zu den

Hypothesen, die einen verhältnismäßig hohen Grad von Vollkommenheit erreicht haben, gehört die kinetische Theorie der Gase und Lösungen, die Undulationstheorie des Lichtes und die Atomtheorie der Chemie. Das Bestreben, abstrakte Begriffe durch Bilder zu veranschaulichen, hat dazu geführt, auf den Gebieten, wo eine einheitliche Hypothese nicht möglich ist, verschiedene Bilder nebeneinander zu gebrauchen. Besonders tritt dies in der Theorie der Elektrizität und des Magnetismus hervor. Die mathematische Fiktion des Nord- und Südpoles eines Magneten verdankt ihre Entstehung der Vorstellung zweier Fluida, die im Magneten enthalten sind, und nach Analogie der ponderabeln Materie je einem Schwerpunkt, die Pole, haben. Die Thatsache, daß die Intensität eines Magneten ein Maximum erreicht, ferner die Beobachtung des Schwankens der Intensität beim Trodieren eines magnetischen Drahtes führt zu der Annahme von Elementarmagneten, bei denen in jedem einzelnen die Fluida geschieden sein sollen; die Analogie eines Magneten mit einem stromdurchflossenen Solenoid war der Anlaß zur Annahme der die Molekeln umkreisenden Ampèreschen Ströme; die formale Ähnlichkeit einiger Größen der Maxwellschen Gleichungen des elektromagnetischen Feldes und der Helmholtzschen Wirbeltheorie führte dazu, das Wesen des Magnetismus in Ätherwirbeln längs der Kraftlinien zu suchen, und endlich der Faradayschen Bezeichnung, magnetische Leitfähigkeit für magnetische Permeabilität liegt die Vorstellung zu Grunde, daß längs der Kraftlinien sich irgend ein Fluidum bewegt, welches in dem betreffenden Medium einen mehr oder weniger großen Widerstand findet. Diese verschiedenen Hypothesen können sich zwar zum Teil gegenseitig ersetzen. Ein großer Teil der Erscheinungen ist aber nur mit einer und keiner anderen Hypothese vereinbar und jedenfalls genügt keine derselben dem gesamten Gebiete der Erfahrung. Die Frage, welche von diesen Hypothesen die richtige ist, ist dahin zu beantworten, daß sie alle richtig sind, wenn man unter Hypothesen Bilder versteht, daß aber keine richtig ist, wenn Hypothesen Thatsachen sein sollen. Wenn in Werken über Elektrizität bald dies, bald jenes Bild verwertet wird, so ist dies zwar für den Leser

unbequem, prinzipiell läßt sich aber dagegen nichts einwenden. Auch für zwei ganz verschiedene Erscheinungen dasselbe Bild zu gebrauchen, ist völlig zulässig, denn die Hypothese ist nicht dazu da, das Geheimnis der Natur zu enträtseln, sondern nur dazu, der menschlichen Bequemlichkeit zu dienen, indem sie neue und schwierige Begriffe durch Bilder dem Verständnis näher bringt. **Poincaré** giebt ein Verfahren an, nach welchem man systematisch zu einer vorhandenen mathematischen Theorie ein entsprechendes mechanisches Bild konstruieren kann. Sein Gedankengang ist ungefähr folgender*): Das mechanische Bild wird eine gewisse Anzahl materieller Punkte enthalten, deren Massen m_i $(i = 1 \ldots n)$ und deren Koordinaten $x_i\ y_i\ z_i$ $(i = 1 \ldots n)$ seien. Die Bewegungsgleichungen des Systems lauten dann:

$$m_i \frac{d^2 x_i}{dt^2} = - \frac{\partial U}{\partial x_i} \quad m_i \frac{d^2 y_i}{dt^2} = - \frac{\partial U}{\partial y_i} \quad m_i \frac{d^2 z_i}{dt^2} = - \frac{\partial U}{\partial z_i} \qquad (1$$

$$i = 1 \ldots n.$$

Die kinetische Energie ist gleich

$$T = \tfrac{1}{2} \sum_{1}^{n}{}_{i}\, m_i (x_i'^2 + y_i'^2 + z_i'^2) \qquad (2$$

und das Gesetz der Erhaltung der Energie lautet

$$T + U = \text{const.} \qquad (3$$

Die Parameter der betreffenden Theorie seien q_i $(i = 1 \ldots m)$, zwischen denen und ihren Ableitungen nach der Zeit ν Gleichungen bestehen mögen. Man bestimme nun n Konstanten, $m_1 \ldots m_n$ und 3n Funktionen der q $\varphi_i(q_1 \ldots q_m)$ $\psi_i(q_1 \ldots q_m)$ $\chi_i(q_1 \ldots q_m)$ derart, daß, wenn $x_i = \varphi_i$ $y_i = \psi_i$ $z_i = \chi_i$ gesetzt wird, folgende Bedingungen erfüllt sind. U muß eine Funktion der q werden, T eine Funktion der q und q′, und zwar in den q′ homogen und vom zweiten Grad, und die Formeln (1, welche die Gestalt

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial T}{\partial q_\varkappa'} - \frac{\partial T}{\partial q_\varkappa} + \frac{\partial U}{\partial q_\varkappa} = 0 \quad \varkappa = 1 \ldots\ldots m$$

annehmen, müssen mit den gegebenen Gleichungen zwischen den q identisch werden. Da es im Allgemeinen möglich sein wird, diese

---

*) Poincaré. Electricité et optique I. Paris 1890. p. II ff.

Bedingungen auf verschiedene Weise zu erfüllen, so können mehrere mechanische Bilder gleich brauchbar sein.

Diese von *Poincaré* vertretene Auffassung des Wesens der Hypothese steht allerdings im Gegensatze zu der Bedeutung, welche dieselbe zeitweilig in der Geschichte der Physik gehabt hat, deckt sich aber völlig mit der praktischen Verwendung derartiger Bilder in der heutigen Physik. Der Gedanke, daß die Wissenschaft ihre Aufgabe damit noch nicht erschöpfend gelöst habe, wenn sie die Folge der Erscheinungen durch begriffliche Hilfsmittel voraus berechnen kann, sondern daß sie außerdem noch das Wesen der Dinge ergründen solle, hat jenen mechanischen Bildern lange Zeit eine Bedeutung verliehen, die ihnen nicht zukommt.

Die in der Einleitung gestellte Frage, worin die Berechtigung liegt, den Substanzbegriff in der Wissenschaft beizubehalten, muß nach dem Vorangehenden dahin beantwortet werden, daß sich weder durch erkenntnistheoretische, noch durch wissenschaftliche Gründe die Notwendigkeit oder auch nur Brauchbarkeit eines naturwissenschaftlichen Substanzbegriffes beweisen läßt. Die Physik hat kein Interesse an der Annahme, daß den sinnlichen Erscheinungen ein Substrat, der sinnlichen Welt eine Welt der Substanzen zu Grunde liegt. Real ist weder ein künstlich konstruiertes Phantasiegebilde, noch ein System abstrakter Begriffe, sondern nur die sinnliche Welt, welche der Schauplatz und zugleich das Objekt menschlichen Wollens und Handelns ist.

Lebenslauf.

Am 19. August 1870 wurde ich — Paul Konrad Beck, Mitglied der evangelischen Brüderkirche — als Sohn des Pastors Konrad Beck in Rosendorf bei Tetschen geboren. In der Volksschule zu Gnadenfeld bei Kosel vorgebildet, besuchte ich von Ostern 1881 an die Erziehungsanstalt und das Pädagogium in Niesky. Nach bestandener Reifeprüfung (Ostern 1889) trat ich in das theologische Seminar der Brüderkirche in Gnadenfeld ein, welches ich nach drei Semestern wieder verließ. Nachdem ich in Zittau meiner Militärpflicht als Einjährig-Freiwilliger genügt hatte, studierte ich in Leipzig Mathematik und Physik. Vorlesungen hörte ich bei folgenden akademischen Lehrern: *Drude*, *Ebert*, *Engel*, *Heinze*, *Hofmann*, *Lie*, *Mayer*, *Neumann*, *Ostwald*, *Richter*, *Scheffers*, *Scheibner*, *Wiedeburg*, *Wiedemann*, *Wislicenus*, *Wundt*, *Zirkel*. Ferner beteiligte ich mich an den Seminaren bezw. Übungen bei den Herren *Engel*, *Lehmann*, *Lie*, *Wiedemann*, *Wislicenus*. Ihnen allen werde ich mich stets zu großem Danke verpflichtet fühlen. Sommer 1895 erhielt ich nach bestandener Prüfung das Oberlehrerzeugnis. Im Herbste desselben Jahres erhielt ich die Anstellung als Assistent am physikalischen Institute der Universität und trat zugleich am hiesigen städtischen Realgymnasium das Probejahr an.


DUPLICATE
0032216513

